معجم البيولوجيا المصور

انكليزي - عربي



معجم البيولوجيا المصور

انكليزي - عربي

تأليف كورين ستوكلي

ترجمة د. محمد أحمد شومان

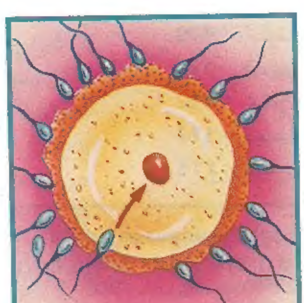
مراجعة وأشراف د. محمد دبس

معجم البيولوجيا المصور

الترجمة عن الانكليزية مرخص بها من الناشر الأصلي «اوزبورن»

أكاديميا أنترناشيونال ش.م.م.
ص. ب 113-6669
بيروت، لبنان
تلكس 49139 LE KITAB
فاكس 1431 478 212 1







أكاديميا
بيروت - لبنان

المحتويــات

Authorized Translation from **English Language Edition:**
THE USBORNE ILLUSTATED DICTIONARY OF BIOLOGY

A Division of Dar Al-Kitab Al-Arabi

Academia International
P.O. Box 113-6669 Beirut,
Lebanon
Telex 40139 LE KITAB
Fax 1-212-478 1431

عن هذا المعجم

البيولوجيا أو علم الأحياء علم يبحث في الكائنات الحية، ويمكن تقسيمه إلى قسمين رئيسيين هما: علم النبات وعلم الحيوان. وينقسم هذا الكتاب بدوره إلى خمسة أقسام ملوَّنة بحسب المواضيع هي:

القسم الأصفر مدخل عام يتعلق بالكائنات الحية جميعاً.

القسم الأزرق خاص بعلم النبات، ويضم تعريفات تتعلق بالنباتات.

القسم الأخضر القسم الأول من علم الحيوان، ويتعلق بحيوانات مختلفة ومتنوعة.

القسم الأحمر القسم الثاني لعلم الحيوان، ويتضمَّن مصطلحات في علم حياة الإنسان.

وفي العديد من الحالات تنطبق مصطلحات هذا القسم على الحيوانات التي تنتمي إلى الزمرة التصنيفية نفسها التي ينتمي إليها الإنسان

القسم الأسود والأبيض تصح مصطلحاته على مختلف أنواع الكائنات الحية وأنماطها. ويحتوي على لوحات وجداول مرتبطة ارتباطاً مباشراً بمواضيع سبق أن ورد ذكرها في الكتاب، بالإضافة إلى جداول التصنيف السابقة.

كيف تستخدم هذا المعجم

يمكن استخدام هذا الكتاب قاموساً أو دليلاً للمراجعة. وقد رتبت فيه التعريفات حسب الموضوعات، أي أن كل الكلمات التي لها علاقة بنفس الموضوع جمعت معاً في صفحتين متقابلتين في معظم الحالات. وهناك لائحة بهذه الموضوعات في المحتويات في الصفحة 2. ويشكل المسرد في الصفحات 115-127 القسم المرجعي للقاموس. وهو قائمة ألفبائية بكل التعريفات الواردة في الكتاب مرفقة بأرقام صفحات المداخل الأساسية والمداخل الفرعية.

مفتاح استخدام المعجم

1. يسبق كل تعريف رئيسي نقطة سوداء كبيرة، وتكتب كلمة المدخل الانكليزي ومقابله العربي بحروف سوداء. مثال ذلك:

• **السيتوبلازما cytoplasm**.

2. يتبع المصطلح الإنكليزي مفرده أو جمعه (إن لم يكن الجمع يتم بإضافة حرف s). مثال ذلك:

• **ثُغيرات stomata** (مفردها **stoma**).

3. ترد المرادفات أيضاً بعد الكلمة مباشرة. مثال ذلك:

• **الأرومات اللاسعة cnidoblasts** أو **الخلايا الخيطية thread cells**. (مرادف واحد).

• **خلايا الدم الحمراء red blood cells**. تسمى أيضاً **الكريات الدموية الحمراء red corpuscles** أو **erythrocytes** (عدة مرادفات).

4. هناك الكثير من الكلمات التي كتبت بحروف سوداء، وهي إما أن تكون معرفة حيثما ظهرت، أو أن تعريفاتها موجودة في مكان آخر على الصفحتين المتقابلتين.

5. إذا وردت نجمة(*) فوق كلمة سوداء، فذلك يعني أن هذه الكلمة معرّفة في مكان آخر من الكتاب، وأنها واردة في الحاشية في أسفل الصفحة.

6. أنواع الحواشي المستعملة:

(*)**الأغشية** 30 (**المبايض**): **الثغير**، **القلم**: 29 **النواة** 10.

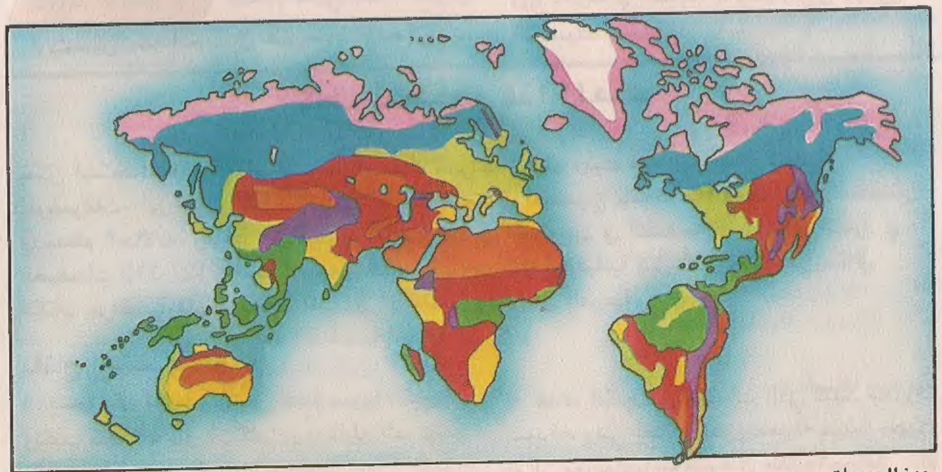
أ) يمكن إيجاد كلمة أغشية **integuments** في نص التعريف الرئيسي للمدخل مبايض **ovules** ص 30.

ب) قد تكون كلمة نوى **nuclie**(*) (بالجمع) لا كلمة نواة **nucleus**(*). هي الواردة في النص، لكن تظهر الكلمة بالمفرد لأنها المدخل الوارد في الصفحة 10.

الأحيـــاء وبيئتها

يمكن تقسيم العالم إلى عدد من المناطق المختلفة، لكل منها نباتاتها وحيواناتها الخاصة، التي تكيفت مع محيطها أو **بيئتها environment** (أنظر **الإشعاع التكيُّفي adaptive radiation**، ص 9)، وتداخلت حياتها تداخلاً شديداً في نسيج معقَّد من التوافُق والتواكل. وتتأثر البيئة بعوامل عديدة ومتنوعة كالحرارة والماء والضـوء (**العوامل المناخية climatic factors**)، وبالخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة (**العوامل التُّرَبيَّة edaphic factors**)، كما تتأثر أيضاً بنشاطات الكائنات الحية (**العوامل الحيوية biotic factors**). أما دراسة العلاقات القائمة بين النباتات والحيوانات وبين البيئة فهي من اختصاص **علم البيئة ecology**.

• **المجال الحيوي biosphere**. طبقة الأرض (بما فيها المحيطات والغلاف الجوي) المسكونة بالأحياء، يحدها الغلاف الجوي العلوي (من فوق)، وطبقات الصخور الأولى غير المسكونة (من تحت).



رموز للحيومات

التوندرة. باردة جداً وشديدة الرياح. **الأشنات**(*) أكثر نباتاتها انتشاراً. وفيها أيضاً الشجيرات الصغيرة. من حيواناتها ثور المسك.

الغابة المخروطية. درجة حرارة متدنية طوال السنة. نباتاتها الغالبة **المخروطيات**(*) كالراتنجية أو البيسيَّة. وأكبر حيواناتها المألوفة الأيّل.

الغابة المُعْبلة. صيف حار وشتاء بارد. نباتاتها الغالبة الأشجار **المعبلة**(*)، أي متساقطة الأوراق، كالزّان. فيها حيوانات كثيرة كالثعالب.

■ **الغابة المدارية**. درجة حرارة مرتفعة طوال السنة. وأمطار غزيرة. تنوع عظيم في النباتات والحيوانات والطيور الغريبة

السافانا. نباتاتها الرئيسية الأعشاب والنخيل. ولكنها تحتوي أشجاراً (حيث ثمة مطر أكثر). من حيواناتها النموذجية الزرافة.

الصحراء. درجات حرارة مرتفعة (باردة ليلاً). نسبة أمطار متدنية جداً. نباتاتها الغالبة الصبَّار، ومن حيواناتها الإبل والعقارب.

مناطق أخرى

مروج ومراع. عليق (غيل maquis).

جليد

جبال

• **الحَيومات biomes** هي المناطق البيئية الرئيسية التي ينقسم إليها سطح اليابسة. ولكل حَيوم فصوله المميزة وطول نهاره وكمية هطول أمطاره ودرجات حرارته القصوى والدنيا. والحيومات الرئيسية هي **التوندرة tundra**، و**الغابة المخروطية coniferous**، و**الغابة المعبلة deciduous**، و**الغابة المدارية tropical**، و**المروج المعتدلة temperate grassland**، و**السافانا savannah** (أي مراعي المناطق الحارة)، و**الصحراء**. وتسمّى معظمها بأسماء نباتاتها الأكثر شيوعاً، لأن بها تتحدد كل الأحياء الأخرى. ويعتبر كل حيوم **موطناً habitat** (أو **موطناً واسعاً macrohabitat**).

(*) الأشنات (المتعايشان) 114؛ المخروطيات 111؛ المعبلات 8.



• **الموطن habitat**. هو المأوى الطبيعي لمجموعة من الأحياء أو لكائن حي واحد. وثمة مواطن صغيرة من ضمن المواطن الكبيرة، كالأنهار في **حيوم الغابات المعبلة**. وتدعى المواطن الصغيرة المتخصصة **المواطن الدقيقة microhabitats**، مثل الأشجار المتحلِّلة.

• **المجتمع community**. هو مجموعة من النباتات والحيوانات التي تقطن موطناً بعينه، ويتفاعل بعضها مع بعض ومع بيئته.

• **النظام البيئي ecosystem**. هو مجتمع النباتات والحيوانات في **موطن** بعينه، مأخوذاً مع بيئتها. ويعتبر النظام البيئي وحدة في حد ذاته، أي أن أحياءه تتفاعل في ما بينها منتجة جميع المواد التي تحتاجها. (أنظر أيضاً ص 6 و 7).

• **التعاقب البيئي ecological succession**. عملية تحدث متى استُعمرت مساحة جديدة من اليابسة، كأرض غابة بعد احتراقها، أو حقل زراعي أهمل فترة دون حرث، أو موقع ما مدمَّر ترك بغير استعمال. مع مضي السنين تتعاقب أنماط النباتات المختلفة (والحيوانات التي ترافقها)، واحداً بعد الآخر، حتى تبلغ ما يسمى **المجتمع الأوجي community climax**، وهو مجتمع متماسك جداً ومستقر يعيش طويلاً دون أن يتغير طالما استمرت الظروف التي أدت إلى نشوئه (المناخ مثلاً).



التعاقب البيئي في حقل مهمل

مجتمع طليعي (مجتمع أول) من الأعشاب مع حشرات وفئران الحقول. إلخ.

مجتمع متعاقب (مجتمع وسطي) من الشجيرات والجنبات مع أرانب وطيور السُّمن.. إلخ.

مجتمع ذروي من أشجار **معبلة**(*) كالسنديان والزان تعيش فيها الثعالب والغُرَيْرات والطيور. إلخ.

• **المورد البيئي ecological niche**. مكان في **النظام البيئي** يحتله النبات أو الحيوان ويشكل له مورداً للغذاء أو حيزاً للعيش. وينص **مبدأ غاوس Gause's principle** على أنه لا يمكن لنوعين من الكائنات أن يشغلا المورد البيئي نفسه في الوقت نفسه (وإذا حاولا، فلا بد أن يفنى أحدهما أو ينسحب). مثال ذلك، يعيش الكروان والزَقزاق الرمادي حول مصبات الأنهار البريطانية (خلال فصل الشتاء) فيقتاتان الديدان والبزّاق، بيد أنهما يسكنان موردين مختلفين في الحقيقة. فالكروان يخوض المياه الضحلة ويسبر غور أرض النهر بحثاً عن غذائه بمنقاره الطويل. أما الزقزاق الرمادي فلا يغادر اليابسة ويتغذى بما يلتقط عن سطحها بمنقاره القصير جداً. ومع أنهما يسكنان المناطق نفسها إلا أن مورديهما مختلفان.



(*) المعبلات 8.

في داخل النظام البيئي

يحتوي النظام البيئي ecosystem على مجموعة (مجتمع(*) community) من الحيوانات والنباتات التي يتفاعل بعضها مع بعض ومع بيئته لتشكيل وحدة بيئية قائمة بذاتها.

شبكة غذائية بسيطة



● **الشبكة الغذائية food web**. شبكة معقدة من **السلاسل الغذائية food chains** في النظام البيئي. تتألف السلسلة الغذائية من كائنات حية مرتبطة، يعتبر الواحد منها غذاء للكائن الذي يليه. تصنع النباتات غذاءها من مواد غير حية بواسطة **التخليق الضوئي(*) photosynthesis** (فهي إذن كائنات **ذاتية التغذية autotrophic**) وتشكل دائماً **الحلقات الأولى** في السلسلة. أما الحيوانات فلا تستطيع أن تصنع غذاءها (فهي إذن كائنات **متباينة التغذية heterotrophic**) ولذلك تعتمد على نشاطات صنع الغذاء التي تقوم بها النباتات.

سلسلة غذائية معممة تبين مستويات التغذية

الكائنات المنتجة نباتات خضراء تصنع غذاءها الخاص. **مستوى التغذية غ 1.**

← **الكائنات المستهلكة الأولى** أو **الحيوانات العاشبة** (أكلات النبات) كالأرانب. تحصل على المواد مانحة الطاقة مباشرة من **الكائنات المنتجة**. **مستوى التغذية غ 2.**

← **الكائنات المستهلكة الثانية** أو **الحيوانات اللاحمة** (أكلات اللحوم) كالثعالب عندما تفترس حيواناً عاشباً. تحصل على المواد مانحة الطاقة من أبدان **الكائنات المستهلكة الأولى**. **مستوى التغذية غ 3.**

← **الكائنات المستهلكة الثالثة** أو أكلات اللحوم كالثعالب عندما تفترس حيواناً لاحماً آخر. تحصل على المواد مانحة الطاقة بطريقة غير مباشرة من الكائنات المستهلكة الثانية، أي حيوانات أكلت حيوانات أكلت **كائنات منتجة**. **مستوى التغذية غ 4.**

ملاحظات

(1) **القوارت**: مثلاً الإنسان الذي يأكل النبات واللحم، ولذا يوضع أحياناً على المستوى غ 2 كما يوضع على غ 3 (أو غ 4) في أحيان أخرى.

(2) ثمة أكلات لحوم عديدة كالثعالب تأكل أكلات عشب وأكلات لحوم صغيرة. لذا توضع أحياناً على المستوى غ 3 وعلى المستوى غ 4 أحياناً أخرى.

● **مستوى التغذية trophic level** أو **مستوى الطاقة energy level**. هو المستوى الذي توضع فيه الكائنات الحية في داخل السلسلة الغذائية (أنظر الشبكة الغذائية). ومع كل مستوى متعاقب أو تال تضيع كمية كبيرة من المادة مانحة الطاقة. فالأبقار مثلاً تحلّل ما يزيد على نصف العشب الذي تأكله (لتوفير طاقتها). وعندما نأكل لحم البقرة، لا نحصل إلا على جزء يسير من المادة الأساسية المانحة للطاقة (أي الجزء الذي استعملته لبناء أنسجتها الجديدة). وضياع الطاقة هذا يعني أنه كلما ارتفع مستوى التغذية قلّ عدد الحيوانات، لأن عليها أن تأكل كميات أكبر من الغذاء حتى تحصل على طاقة كافية. ويسمى هذا المبدأ **هرم الأعداد pyramid of numbers**.

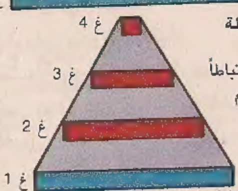
هرم الأعداد

عدد الأفراد عند كل مستوى من مستويات التغذية.



هرم الكتلة الحيوية

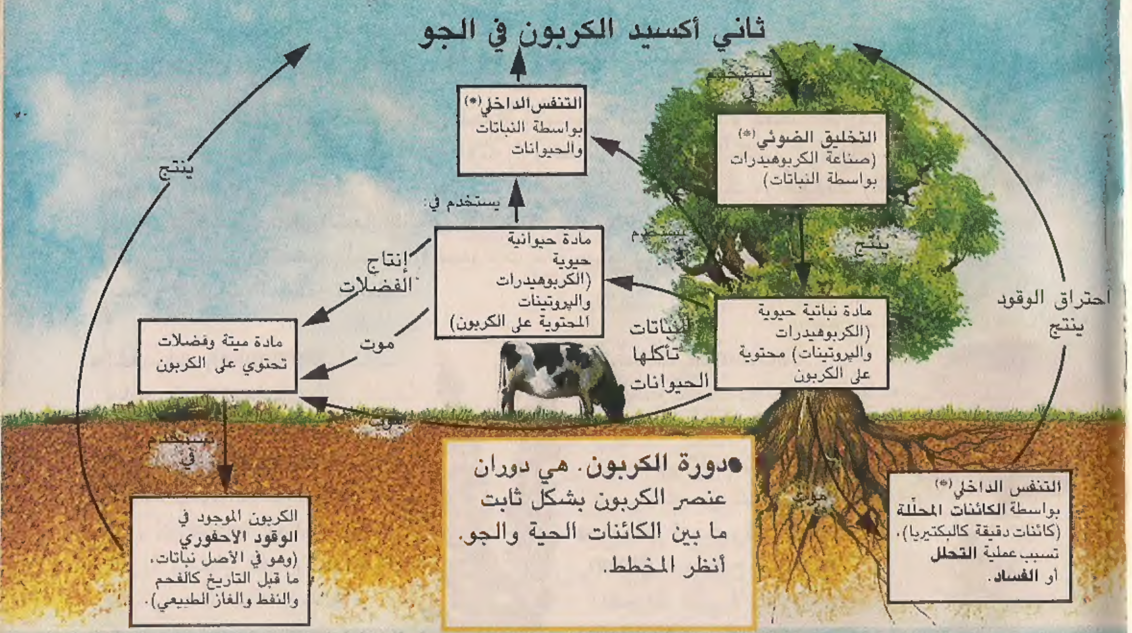
(مرتبط ارتباطاً وثيقاً بهرم الأعداد).



كتلة الأفراد الاجمالية في كل مستوى (التناقص أقل حدة مما هو أعلاه حيث تنزع الحيوانات في المستويات العليا لأن تكون أكبر حجماً).

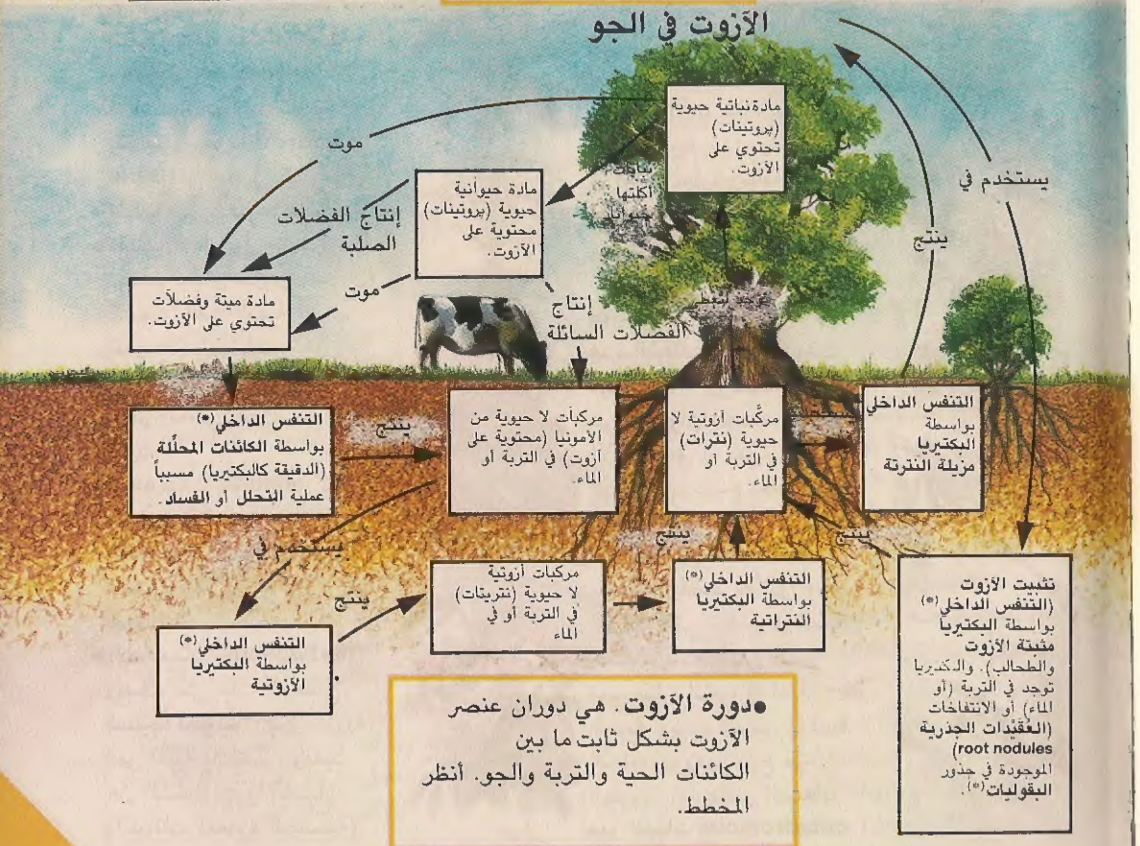
(*) التخليق الضوئي 26؛ المجتمع 5.

ثاني أكسيد الكربون في الجو



● **دورة الكربون**. هي دوران عنصر الكربون بشكل ثابت ما بين الكائنات الحية والجو. أنظر المخطط.

الآزوت في الجو



● **دورة الآزوت**. هي دوران عنصر الآزوت بشكل ثابت ما بين الكائنات الحية والتربة والجو. أنظر المخطط.

(*) البقوليات 34؛ التخليق الضوئي 26؛ التنفس الداخلي 104.

الحياة والدورات الحياتية

تتسم كل الكائنات الحية بخصائص **الحياة** الأساسية نفسها. وهذه الخصائص هي التنفس والاغتذاء والنمو والحساسية (قابلية الإثارة) والحركة والإفراغ والتكاثر. إنّ **دورة حياة** نباتٍ أو حيوانٍ ما هي إلا تطوره من تكوُّنه حتى موته، مع كل ما يستتبع ذلك من تغيُّرات (تكون متطرفة في بعض الأحيان – أنظر **التبدل الشكلي metamorphosis**، ص 49). وفي ما يلي بعض المصطلحات التي تستخدم في تجميع النباتات والحيوانات معاً حسب دوراتها الحياتية، أو لوصف خصائص بعض الدورات الحياتية نفسها.

● **المعمَّرات perennials**. نباتات تعيش عديداً من السنين. و**النباتات المعمرة العشبية herbaceous perennials**، كالدلفينيون، تفقد كل فروعها الواقعة فوق التربة في نهاية كل موسم نمو وتعطي بدلاً منها مع بداية كل موسم جديد. أما **النباتات المعمرة الخشبية woody perennials** كالأشجار فيتجدَّد نموها (**نسيجاً ثانوياً**(*) **secondary tissue**) في كل عام انطلاقاً من جذوعها الدائمة.

● **ثنائيات الحول biennials**. نباتات تعيش حولين (سنتين) كالجَزر. ففي السنة الأولى تنمو هذه النباتات وتخزن الغذاء، وفي السنة الثانية تزهر وتعطي بذوراً، ثم تموت.

● **الحوليات annuals**. نباتات تعيش عاماً واحداً كالأذَرْيون marigold. تبدأ من بذرة فتنمو وتزهر وتنتج بذوراً ثم تموت.

● **العشبيات herbaceous**. وصف لكل نبات لا يعطي **نسيجاً ثانوياً**(*) فوق التربة، فهو أشبه بالعشب، وبعيد عن الشجيرات والأشجار (النباتات المعمرة الخشبية).









● **المُغْبلات deciduous**. مصطلح يُقصد به المعمّرات التي تفقد أوراقها اليخضور(*) فتتساقط في نهاية كل موسم نمو، كشجر الزان.

● **دائمات الخضرة evergreen**. مصطلح يقصد به المعمَّرات التي لا تتعرى من أوراقها في نهاية موسم النمو مثل التنوب.

● **قصيرات الأجل (الزائلات) ephemeral**. نباتات تعيش فترة قصيرة جداً، وهي توجد في أماكن حارة وجافة معظم أوقات السنة (أو لعدة سنوات). فالشروط الصحيحة المحفزة على النمو لا تدوم طويلاً، ولذا يجب أن تنمو هذه النباتات وتبذر في وقت قصير جداً. إن ذبابة أيار هي الحيوان الوحيد قصير الأجل بحق إذ تدوم حياة البالغة بين بضع دقائق ويوم واحد.

● **الصعَّاد anadromous**. مصطلح يقصد به أنواع السمك التي تعيش في البحار ولكنها تسبح عكس التيار نحو مكان السَّرء في المياه العذبة لوضع البيض، ومنها السلمون. وهذا نوع من الهجرة. أما عكس الصعاد فهو **الهبَّاط catadromous**











(*) النسيج الثانوي 18؛ اليخضور (الخضاب) 27.



● **الهجرة migration**. الانتقال موسمياً من منطقة إلى أخرى. وتتضمن الهجرة عادة ترك المنطقة شتاء بحثاً عن الغذاء في مكانٍ آخر والعودة إليها ربيعاً للتزاوج. وبذا تكون الهجرة جزءاً من دورة الحياة عند كثيرٍ من الحيوانات وخصوصاً الطيور.



الزُّغبة في السبات

● **السُّبات dormancy**. مرحلة أو مراحل يكون فيها النشاط معلقاً، وتشكل جزءاً طبيعياً من دورة حياة العديد من النباتات والحيوانات. والسبات في النباتات يحدث عندما تكون الظروف سيئة بالنسبة إلى النمو (عادة في الشتاء). وأما عند الحيوانات فيحدث السبات عادة بسبب ندرة الغذاء، ويسمى أيضاً **السُّبات الشتوي hibernation** أو **السبات الصيفي aestivation**. الأول هو السبات في الشتاء (كبعض **الثدييات**(*))، فيما السبات الصيفي هو السبات في ظروف الجفاف (وغالباً ما يحدث عند الحشرات).

(*) الثدييات 113.

أساليب الحياة

يكتظ العالم بتشعّب واسع من الكائنات الحية التي لكل واحد منها أسلوب حياته الخاص. وهذا الوضع ناجم من **الإشعاع التكيُّفي adaptive radiation**. ويمكن تصنيف الكائنات الحية بحسب ما تشترك فيه من خصائص، وذلك إما بالتصنيف الشكلي القائم على أساس تشابهها البنيوي (أنظر اللوحات، ص 110-113)، أو بالتصنيف عموماً على أساس أساليب حياتها (أنظر اللائحة، ص 114).

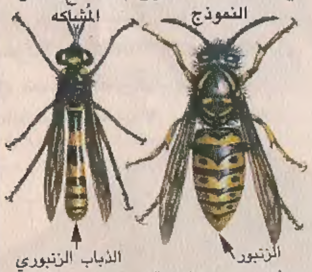
● **الإشعاع التكيفي adaptive radiation** أو **التكيف التطوري evolutionary adaptation**. العملية التدرُّجية التي أنشأت أشكالاً متنوعة عديدة من الكائنات الحية من نقطة بداية قبل التاريخ. فيما بعد أصبح كل شكل **متخصصاً** بحيث تطور منه الشكل الأفضل ملاءمة لبيئته وتكيفاً معها، كالأشكال الإنسيابية التي تتلائم مع الطيران



والسباحة. كما طور كثير من الكائنات الحية أيضاً **تكيُّفات دفاعية**، وهي وسائط دفاعية كالشوك والإبر اللاسعة



السامة. وقد استقرت كل التكيُّفات في الأجيال المتعاقبة من الكائنات التي استطاعت بمساعدتها أن تبقى على قيد الحياة زمناً مكنّها من التزاوج والتكاثر (الأمر الذي جعلها تورث التكيفات). وهذا هو أساس نظرية داروِن في **الانتقاء الطبيعي natural selection** (وتسمى هذه النظرية أيضاً **الداروِنية Darwinism**)، التي ظهرت في منتصف القرن التاسع عشر.



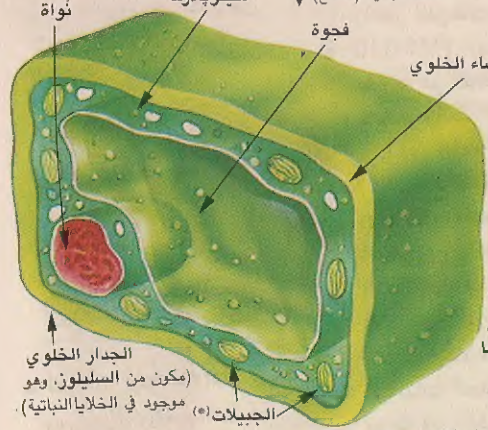
● **المُشاكَهَة mimicry**. نمط خاص من التكيُّف يمكِّن النبات أو الحيوان (**المُشاكِه mimic**) من مشابهة نبات آخر أو حيوان آخر (**النموذج model**). وتستخدم المشاكهة خصوصاً للدفاع والوقاية (مثلاً، ثمة العديد من الحشرات غير المجهّزة بأعضاء وقاية قد طوّرت ألواناً تتسم بها الحشرات اللاسعة)، وكذلك لأسباب أخرى (سحلب النحل ما هو إلا مشاكه لأغراض التكاثر. أنظر ص 31).

بنية الكائنات الحية

أن الكائن الحي القادر على أن يوجد مستقلاً بذاته يسمى **عضوية organism**. والعضويات جميعاً مبنية من **خلايا cells** ـ وهي الوحدات الأساسية للحياة، والتي تقوم بكل العمليات الكيميائية الحيوية. وأبسط العضويات مبني من خلية واحدة فقط وتسمى **وحيدات الخلية unicellular** أو **اللاخَلَويّة acellular**، أما العضويات المعقدة، كالإنسان مثلاً، فهي مبنية من آلاف بل ملايين الخلايا. وهي **متعددة الخلايا multicellular**، متنوعتها. وكل نوع منها متخصص لأداء عمل محدّد. تشكل مجموعات الخلايا التي تنتمي إلى ذات النوع **الأنسجة tissues** المختلفة للعضوية، كالنسيج العضلي. أما أنماط الأنسجة المختلفة والمتعددة فتشكّل مجتمعة **عضواً organ**، كالمعدة مثلاً، في حين أن عدداً من الأعضاء يؤلف **جهازاً system** كاملاً، كالجهاز الهضمي على سبيل المثال.

أقسام الخلية

بالرغم من أن الخلايا تختلف فيما بينها اختلافاً شديداً، إلا أنها مبنية من أقسام أساسية واحدة، ولكل قسم منها دور خاص يضطلع به.



- **الغشاء الخلوي cell membrane**. أو **plasma membrane** أو **plasmalemma**. وهو جلدة الخلية الخارجية ويتميز بكونه **نصف نفوذ(*) semi-permeable**، أي أنه انتقائي في سماحه للمواد بالنفاذ فيه.



- **النواة nucleus** (ج. نوى **nuclei**). مركز التحكم في الخلية، تحيط جلدته الخارجية المكوَّنة من طبقتين (وهي **الغشاء النووي**) **بالسائل الهلامي** (**بلازما النواة nucleoplasm** أو **اللمف النووي karyolymph**)، الذي يحتوي على **نُوَيّة(*) nucleolus** واحدة أو أكثر وعلى المادة الوراثية **«دنا»(*) DNA** المتموضعة في **الصبغيات(*) chromosomes**. والصبغيات عبارة عن جسيمات تشكل كتلاً كالخيوط وتسمى **الصُّبْغين chromatin** عندما لا تكون الخلية في طور الانقسام.
- **الفجوات vacuoles**. أكياس ممتلئة بالسوائل موجودة في **السيتوبلازما**، وهي صغيرة ومؤقتة في الخلية الحيوانية وتعمل على إخراج المواد (أنظر **جهاز غولجي**)، أو احتواء الموائع الداخلة (أنظر **pinocytosis**، ص 99). أما الخلايا النباتية فمعظمها يحتوي على فجوة واحدة دائمة مملوءة **بالسائل الخلوي cellsap**.
- **سيتوبلازما cytoplasm**. هي المادة التي تحدث فيها كل التفاعلات الكيميائية الضرورية لوجود الحياة (أنظر **العُضَيّات**) وهي ذات طبقة خارجية هلامية الطبيعة بوجه عام، وطبقة داخلية سائلة (أنظر **البلازما الخارجية والبلازما الداخلية** ـ الصورة ص 40).

(*) الجبيلات 12؛ الدنا (الحموض النووية) 96؛ نصف نفوذ 99؛ النويات، الصبغيات 96.

العُضَيّـات

العُضَيّات organelles جسيمات دقيقة موجودة في **السيتوبلازما**. ولكل نوع من العضيات (أدناه) دور حيوي تضطلع به في التفاعلات الكيميائية التي تجري في داخل الخلية.



- **الجسيمات الريبية ribosomes**. جسيمات كروية دقيقة، لها علاقة ببناء البروتينات من الحموض الأمينية (أنظر ص 100)، ترسل المعلومات «المُكَوَّدة» (المحمولة في جزيئات **الدنا DNA** داخل النواة) إلى الجسيمات الريبية في جديلات من مادة **الرنا المرسال (mRNA)** الذي يمرِّر الرموز (الشيفرة) كي تنضم الجسيمات الريبية إلى الحموض الأمينية بالشكل الصحيح لتأليف البروتين الصحيح ويوجد **الرنا RNA** بشكلين آخرين على الأقل في الخلايا. أما الجسيمات الريبية فمصنوعة من **الرنا الريبوزومي ribosomal RNA** (أنظر **النويات(*) nucleoli**) وجزيئات **الرنا الناقل (tRNA)** التي تحمل الحموض الأمينية إلى الجسيمات الريبية.
- **الجسيمات الحالَّة lysosomes**. أكياس كروية تحوي **أنزيمات(*) enzymes** قوية، تبتلع الأجسام الغريبة الدخيلة كالبكتريا لتدمرها الانزيمات. ولا يسمح غشاء الجسيم الخارجي بخروج الأنزيمات عادة إلى الخلية (حتى لا تحلل محتوياتها من العضيات الأخرى)، ولكن إذا تضررت الخلية فإن غشاء الجسيم الحالّ يتلاشى، وتهضم الخلايا نفسها.
- **مركّب غولجي Golgi complex** يسمى أيضاً **الجسيم الشبكي dictyosome**. وهو منطقة متخصصة من **الشبكة البلازمية الداخلية الطرية**. يجمع المواد المخلّقة في الخلية ويوزعها (كالبروتينات وبقايا التفاعلات الكيميائية). وهذه المواد تملأ الأكياس التي تنفتح أطرافها الخارجية تدريجياً إلى أن تنفصل أجزاء عن الجهاز لتكوِّن **الفجوات vacuoles** التي تخرج بعد ذلك من الخلية عبر **السيتوبلازما والغشاء الخلوي**.
- **الشبكة البلازمية الداخلية endoplasmic reticulum**، نظام معقد من الأكياس المسطحة التي تنثني نحو **الغشاء الخلوي** وتتصل **بالغشاء النووي** (أنظر النواة). وهذه الشبكة تؤمن مساحة كبيرة لخزن السوائل وممرات تجري فيها السوائل. وتسمى الشبكة مع **الجسيمات الريبية** المنتشرة على سطحها **الشبكة الصلبة**، أما عندما تكون مجردة من الجسيمات الريبية فتدعى **الشبكة الطرية**.

(*) الأنزيمات 103؛ الرنا (الحموض النووية) 96؛ النويات 12.

العضيّات (تابع)



- **المُرَيْكزان centrioles**. جسمان يوجدان خارج **النواة**(*) مباشرة في الخلايا الحيوانية. ويقع كلاهما في جزء مكثف من **السيتوپلازما**(*) (**الجسيم المركزي centrosome**). يتكوّن كل **مريكز** من أسطوانتين دقيقتين تشكلان معاً حرف **T** . وتتألف الأسطوانة من تسع مجموعات من ثلاثة أنابيب دقيقة تسمى **نُبَيْبات دقيقة microtubules**. وللمريكزان دور مهم في انقسام الخلية.



- **الحُبَيْبَات الخيطية mitochondria**. (مفردها **mitochondrion**) جُسَيْماتٌ عُصَوية الشكل جلدتها الخارجية مكونة من طبقتين. أما الطبقة الداخلية فتتشكل من سلسلة **طيَّات** (عروف) تؤمن مساحة واسعة لحدوث التفاعلات الكيميائية الحيوية في داخل الحُبَيْبات الخيطية (تدعى كذلك: «بيوت الطاقة» في الخلية). وهي المكان الذي تتحلّل فيه المواد البسيطة التي تمتصها الخلية لتوفير الطاقة. لمزيد من المعلومات أنظر **التنفُّس الهوائي aerobic respiration**، ص 104.



- **النُوَيَّات nucleoli**. (مفردها **نُوَيَّة nucleolus**). جسم كروي صغير أو أكثر يوجد في **النواة**(*). وهي تنتج أجزاء **الجسيمات الريبية**(*) التي تنقل بعد ذلك إلى خارج النواة تتجمع في **السيتوپلازما**(*).



- **الجُبَيْلات plastids**. جسيمات دقيقة توجد في **سيتوپلازما**(*) الخلايا النباتية. يخزّن بعضها (**الجُبيلات البيضاء leucoplasts**) النشاء أو الزيت أو البروتينات. ويحتوي بعضها الآخر (**جُبَيْلات اليخضور**(*) **chloroplasts**) على **الكلوروفيل**(*).

انقسام الخلية

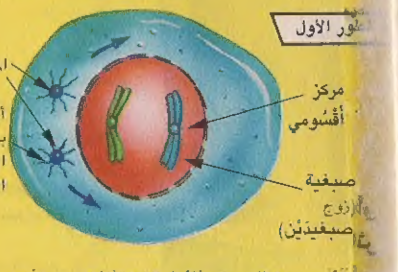
انقسام الخلية cell division. انشطار خلية واحدة (**الخلية الأم parent cell**) إلى **خليتين ابنتين daughter cells** متطابقتين. وهناك نمطان من الانقسام الخلوي، يتضمن كلاهما انقسام **النواة**(*) **nucleus** (**الانقسام النووي karyokinesis**) يليه **الانقسام السيتوپلازمي** ونصف فيما يلي على هذه الصفحة والصفحة التالية الانقسام الخلوي من النمط الأول (ويُسمَّى **الانشطار الثنائي binary fission**) وبنتيجة هذا الانقسام تنشأ الخلايا الجديدة الضرورية للنمو كما أنها تحل مكان ملايين الخلايا التي تموت كل يوم (إما بسبب التلف المرض أو لأنها «تبلى»). وهو أيضاً يعني **التكاثر اللاجنسي**(*) **asexual reproduction**: في كثير من العضويات وحيدات الخلية. أما النمط الثاني الخاص من الانقسام الخلوي فإنه ينتج **العرائس**(*) **gametes** التي ينجم عن اتحادها نشوء كائن حي جديد. ولمزيد من المعلومات حول هذا الموضوع أنظر الصفحتين 94 و 95.

- **الانقسام الخيطي (التخيُّط) mitosis**. انقسام **النواة**(*) عندما تنقسم الخلية الحيوانية أو النباتية إما للنمو وإما للتجديد (**الانشطار الثنائي binary fission**). ويضمن هذا الانقسام حصول النواتين الجديدتين (**الإبنتين daughter nuclei**) على العدد نفسه من **الصبغيّات**(*) **chromosomes** (وهي الجسيمات التي تحمل المعلومات الوراثية «المُكَوَّدة»). فكل نواة جديدة تحصل على العدد نفسه الذي كان موجوداً في النواة الأم ويُسمى عدداً **ثنائي الصيغة diploid number**. ولكل كائن حي عدده **ثنائي الصيغة** المميِّز له، أي أن كل خلاياه (باستثناء **العرائس**(*)) تحتوي على العدد نفسه من الصبغيات المتجمعة في أزواج متماثلة تسمى **الصبغيّات المتماثلة homologous chromosomes**. فللبشر مثلاً 46 صبغيَّة متجمِّعة في 23 زوجاً. ومع أن **التخيّط** عملية متواصلة، إلا أنه يمكن تقسيمه إلى أربعة أطوار. وقبل كل انقسام خيطي ثمة دائماً طور يدعى **الطور البَيْني interphase**.

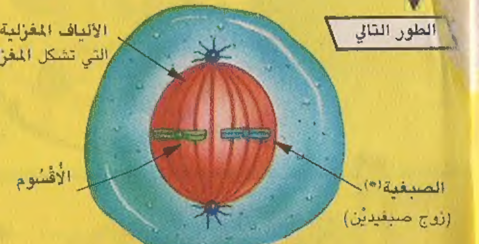
(*) التكاثر اللاجنسي 92؛ جبيلة اليخضور 27؛ الجسيمات الريبية 11؛ السيتوبلازما 10؛ الصبغيات 96؛ العرائس 93؛ الكلوروفيل (اليخضور) 27 (الخضاب)؛ النواة 10.

- **الطور البيني interphase**، هو الطور الفاصل بين انقسامين خلويين، ويتميَّز بنشاطه وحيويته. فخلاله لا تقوم الخلايا بكل العمليات الضرورية للحياة فحسب، وإنما تحضر أيضاً المادة اللازمة لإنتاج «نسخ» عن كل مكوِّناتها (بحيث يتوفر للخلايا الجديدة الناشئة بالانقسام كل ما تحتاج إليه). وقبيل بدء **التخيُّط**(*) (أو الانقسام الخيطي) تتناسخ أيضاً **خيوط الصبغين**(*) **chromatin** في **النواة**(*)، بحيث تتكون كل **صبغية**(*) بعد عملية التَلَوْلُب من **صِبْغِيدَيْن chromatids** (أنظر: **الطور الأول** أو **الطور الطليعي prophase**).

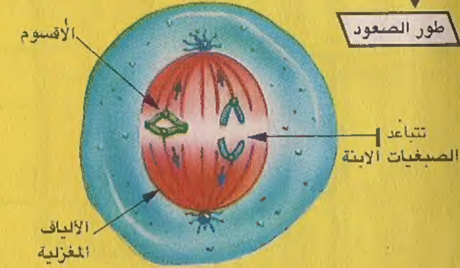
أطوار التخيُّط (نرى فقط صبغيتين(*) ـ لدى الإنسان 46 صبغية)



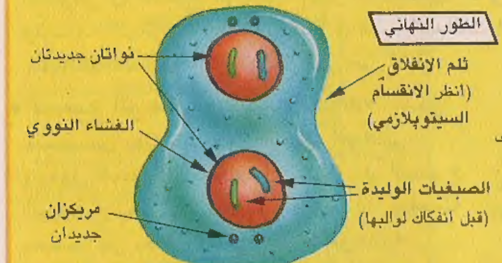
يتَلَوْلب خيوط **الصبغين**(*) في **النواة**(*) لتشكل **الصبغيات**(*). فيما يتلاشى **الغشاء النووي**(*). فقد سبق لكل منهما ان تناسخا لإنتاج لولبين متماثلين (**صبغيدين**) تصل بينهما كريَّة صغيرة (**مركز الأقسوم centromere**). اما **المُرَيْكزان** فيتحرك كل منهما باتجاه أحد قطبي الخلية.



المُرَيْكزان (عند القطبين المتقابلين) يطلقان الياف بروتينية تسمّى **الألياف المغزلية** التي تتحد فتشكل كرة أو **مغزلاً**. وتتحرك **الصبغيات**(*) (أي **الصبغيدات المزدوجة**) نحو خط الاستواء فتتعلق بالألياف المغزلية بواسطة **اقاسيمها**.



تتناسخ **الاقاسيم** فيتحرك **الصبغيدان** من كل زوج (فيُسمّى الصبغيد منذ الآن **صبغية ابنة**) نحو قطب من **قطبي المغزل** تجذبهما على ما يبدو **الألياف المغزلية المتقلّصة**.



تختفي **الألياف المغزلية spindle fibres** والإشعاعات النجمية **astral rays** وينشأ **غشاء نووي**(*) جديد حول كل مجموعة من مجموعتي **الصبغيات الوليدة**. وهذا ما يُنْتج **نواتين جديدتين** (**نواتين ابنتين**) تفك فيها الصبغيات لوالبها لتشكل مرة ثانية كتلة خيطية (**الصبغين**(*)). ويتناسخ المريكزان بحيث نعثر على مريكزان في كل من الخليتين الجديدتين (**بعد الانقسام السيتوپلازمي**).



- **الانقسام السيتوپلازمي cytokinesis**. هو إنقسام **سيتوپلازما** الخلية، الذي تتكوَّن بنتيجته خليتان جديدتان حول النواتين الجديدتين اللتين تنشآن خلال **الانقسام الخيطي** (أو **الانقسام المنصَّف meiosis**). في الخلايا الحيوانية يتكوَّن **ثلم انفلاق cleavage furrow** حول خط استواء الخلية ثم يضيق فيفلق الخلية بالكامل إلى قسمين. أما في الخلايا النباتية، فيتشكل خط انقسام يسمَّى **الرقيقة الوسطى middle lamella** وسط الخلية وينشأ **جدار خلوي**(*) **cell wall** جديد على كل من جانبي هذا الخط.

(*) الانقسام المنصّف 94؛ الجدار الخلوي 10؛ السيتوپلازما 10؛ الصبغيات 96؛ الصبغين 10 (النواة)؛ الغشاء النووي 10.

النباتات الوعائية

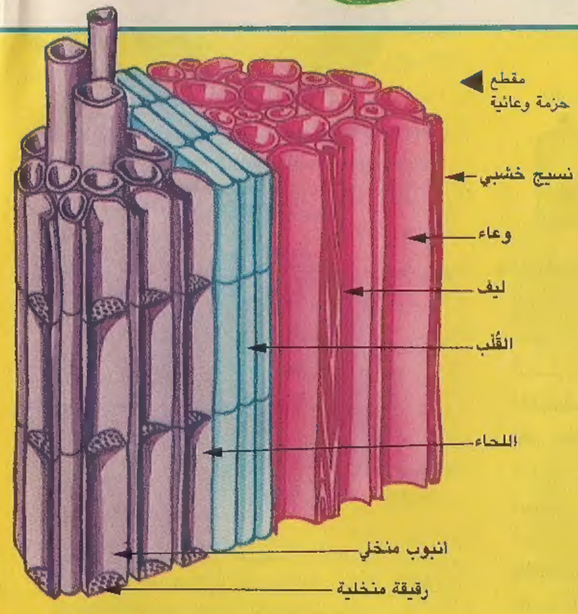
باستثناء النباتات البسيطة كالطحالب والفطريات (أنظر مخطط التصنيف ص 110-111)، تعتبر النباتات كلها **نباتات وعائية vascular plants**. ذلك أنها جميعها ذات منظومة معقدة من نسيج متخصص ناقل للسوائل يسمَّى **النسيج الوعائي vascular tissue**. ولمزيد من المعلومات حول كيفية سير السوائل في النسيج الوعائي. أنظر الصفحتين 24 و 25. وتُصنَّف النباتات الوعائية جميعاً في قسم **النباتات الوعائية Division Tracheophyta** (أنظر ص 111).

- **النسيج الوعائي vascular tissue**. نسيج متخصص يمتد على طول **النبات الوعائي**، ويحمل السوائل ويساعد في دعمه. وفي الجذوع اليانعة، ينتظم النسيج عادة في وحدات منفصلة بعضها عن بعض تسمى **الحزم الوعائية vascular bundles**. أما في الجذوع الأقدم فتلتحم الحزم بعضها مع بعض لتؤلف لبّاً مركزياً (**الأسطوانة الوعائية**(*) **vascular cylinder**). أما في الجذور اليافعة فيختلف انتظام النسيج بعض الشيء، إلا أن لبّاً مركزياً ما يلبث أن يتكون فيما بعد. ولمزيد من المعلومات أنظر الصفحة 18. ويوجد النسيج الوعائي بنوعين مختلفين: **النسيج الخشبي واللحاء**، تفصل بينهما طبقة نسيجية تدعى **القُلْب**.



مكونات النسيج الوعائي

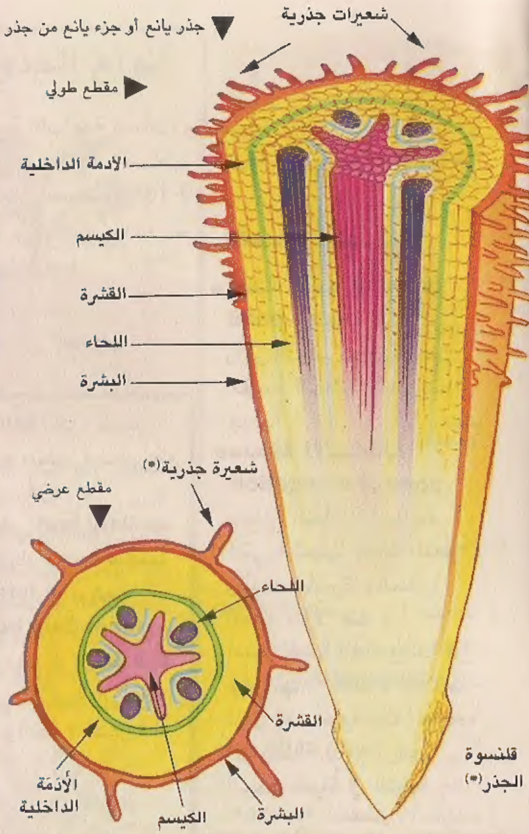
- **النسيج الخشبي (الكيسم) xylem**. النسيج الناقل للماء صعوداً في النبتة، ويتكوَّن من **أوعية** تشدها إلى بعضها خلايا رفيعة (**الياف fibres**). وفي الجذوع الأقدم، يزول النسيج الخشبي المركزي فتمتلىء الأوعية لتشكل **خشب القلب**(*) **heartwood**.
- **اللحاء phloem**. النسيج الذي يوزع الغذاء المصنوع في الأوراق على كل أقسام النبتة. ويتكوَّن من **انابيب منخلية sieve tubes** ومن **خلايا مرافقة companion cells** متخصصة إلى جانبها، وخلايا أخرى مرصوصة حولها لدعمها. ويعتقد أن الخلايا المرافقة تنقل السوائل.



- **الأوعية vessels** أو **القصبات tracheae**. أنابيب طويلة في **الكيسم** تحمل الماء. جدرانها مُقوَّاة بمادة صلبة تُسمَّى **ليغنين lignin**. وهي من الخلايا التي ماتت جدرانها **والبروتوبلازما**(*) **protoplasm** فيها.
- **الأنابيب المنخلية sieve tubes**. عواميد طويلة من الخلايا في **اللحاء**، فقدت **أنويتها**(*) **وبروتوبلازمتها**(*) غير أنها احتفظت بجدرانها التي تصلها ببعضها. وتسمَّى هذه الخلايا **رُقَيْقات منخلية sieve plates**، وتحتوي على ثقوب دقيقة تسمح بنفاذ المواد.
- **القُلْب cambium**. طبقة ضيقة من خلايا ذات جدران رقيقة تقع بين **الكيسم** من الداخل **واللحاء** من الخارج. وهذه الخلايا قابلة للانقسام لتنشىء المزيد من أنسجة الكيسم واللحاء. ومثل هذه المنطقة الخلوية تدعى **النسيج القَسُوم**(*) **meristem**.

أنسجة أخرى في النباتات الوعائية

- **البشرة epidermis**. طبقة رقيقة من النسيج تغطي كل أقسام النبات. وفي بعض الأمكنة، وخصوصاً في الأوراق، توجد فيها ثقوب دقيقة تُسمَّى **ثُغَيْرات**(*) **stomata**. ويحل في الجذوع الأقدم **النُّجب**(*) **phellem** محل البشرة، أما في الجذور المتقادمة فتحل أولاً **أدمة تحتيَّة exodermis** محلها ثم يليها **النجب**.
- **القُشَيْرة cuticle**. طبقة خارجية رقيقة من مادة شمعية تسمى **الكوتين cutin** تنتجها **البشرة** فوق الأرض. ويكمن دورها في منع خسارة الكثير من الماء.
- **القشرة cortex** طبقة من النسيج في داخل **بشرة** الجذوع والجذور مباشرة. وتحتوي بشكل أساسي على **المُلْحِمَة parenchyma** (أو **النسيج الحشوي**)، وهي نوع من الأنسجة ذات خلايا كبيرة وفراغات هوائية عديدة. وفي بعض النباتات توجد أيضاً بعض **الأنسجة الضامَّة collenchyma**، وهي نوع من الأنسجة الداعمة ذات خلايا طويلة سميكة الجدران. ومن خصائص القشرة أنها تميل إلى الضمور مع تقادم النبتة لتحل محلها أنسجة أخرى.
- **الأدمة الداخلية endodermis**. الطبقة الداخلية من قشرة الجذر**cortex**، وتحتوي على **خلايا مرور passage cells** خاصة. فالسوائل التي تَسْرُب بين خلايا القشرة - بدلاً من المرور عبرها - توجِّهها نحو المنطقة المركزية من **النسيج الوعائي**.
- **اللب medulla** أو **pith**. منطقة النسيج المركزية التي توجد في الجذع ولا توجد في الجذر عادة. ولا تسمَّى عادة لبّاً إلا متى أنشأ الجذع **أسطوانة وعائية**(*). واللب مكوَّن من **المُلْحِمَة** كما هو حال **القشرة**، ويستخدم أحياناً لخزن الغذاء.



(*) الأسطوانة الوعائية 18؛ اللب الخشبي 19.

(*) الأدمة التحتية 17؛ الأسطوانة الوعائية 18؛ البروتوبلازما 10؛ الثغيرات 21؛ الشعيرات الجذرية (قلنسوة الجذر) 17؛ النجب 19؛ النسيج القسوم 16؛ النواة 10.

الجـذوع والجـذور

الجذع stem والجذور roots هي البنى الرئيسية الداعمة للنبات، وتلعب دوراً هاماً في نقل السوائل (أنظر الصفحات 14-15 و 24-25). فيما يلي نعدّد أقسامها المتنوعة. ولمزيد من المعلومات عن نمو الجذع والجذور مع تقدم عمر النبات، أنظر الصفحتين 18-19.

• **النسيج القَسوم meristem**. منطقة يبدأ منها النمو الجديد. وخلايا هذا النسيج قابلة للانقسام منتجة خلايا جديدة. والنسيج القسوم الموجود في رأس الجذر (**نقطة النمو**) أو في الجذع (جزء من **البرعم الطرفي**) يُسمى **النسيج القَسوم القمّي apical meristem**.

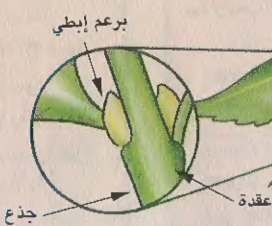
الجذع وما يتصل به

• **الرئد shoot** جذع جديد يتفرَّع عن الجذع الأساس أو يفرخ من البذرة.

• **البرعم bud**. نماء صغير على الجذع يتطور لينجم عنه إما رئد أو زهرة.

• **برعم إبطي axillary bud**. ويسمى كذلك **برعماً جانبياً lateral bud** أو **برعماً ثانوياً secondary bud**. وهو برعم يقع في **الإبط axil**. **والإبط** هي الزاوية الواقعة بين **الرئد** والجذع الذي منه يتفرَّع.





• **البرعم الطرفي terminal bud**. برعم ينمو عند نهاية الجذع أو الرئد.

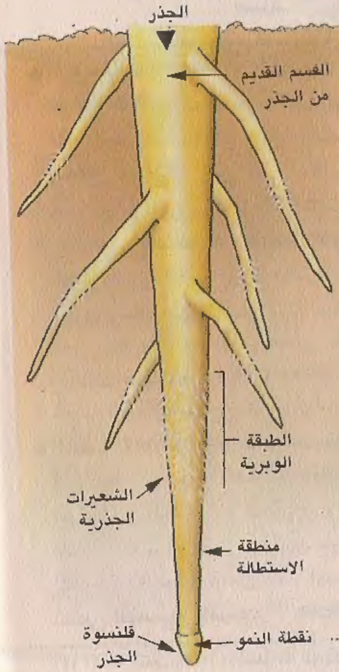
• **العقدة node**. مكان على الجذع تنمو منه الورقة بعرق أو دونه.

• **الأنبوبة internode**. المنطقة الواقعة بين **عقدتين** على الجذع أو على **الرئد**.

أقسام الجـذر

• **نقطة النمو growing point**. المنطقة التي تلي رأس الجذر مباشرة حيث تنقسم الخلايا لتنتج نمواً جديداً.

• **منطقة الاستطالة zone of elongation** منطقة الخلايا الجديدة التي أنتجتها **نقطة النمو** وتليها مباشرة. فالخلايا تتمدَّد طولاً عند امتصاصها للماء وذلك لأن **جدرانها(*) cell walls** ما تزال بعد طرية لينة. وهذه الاستطالة تدفع برأس الجذر عميقاً في التربة.



(*) الجدار الخلوي 10.



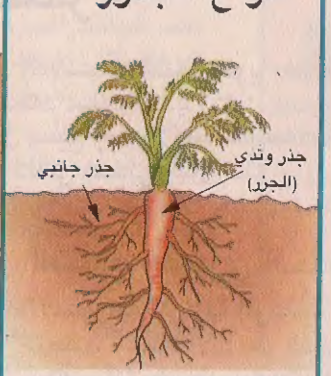
• **الطبقة الوبرية piliferous layer**. المنطقة الأينع في **بشرة(*) epidermis** الجذر أو جلدته الخارجية، وهي التي تنتج **الشعيرات الجذرية**. وتقع الطبقة الوبرية فوق **منطقة الاستطالة zone of elongation**. فعندما تتصلَّب جدران الخلايا المتطاولة، تتحول الخلايا الخارجية إلى طبقة وبرية. والطبقة الوبرية الأقدم (وهي أعلى في الجذر) تبلى بالتدريج مع مضي الوقت وتحل محلها طبقة من خلايا متصلّبة تسمى **الأدمة التحتية exodermis** (وهي الطبقة الخارجية من **القشرة(*) cortex**).

• **الشعيرات الجذرية root hairs**. ناميات طويلة ناتئة من خلايا **الطبقة الوبرية**، تمتص الماء والمعادن.

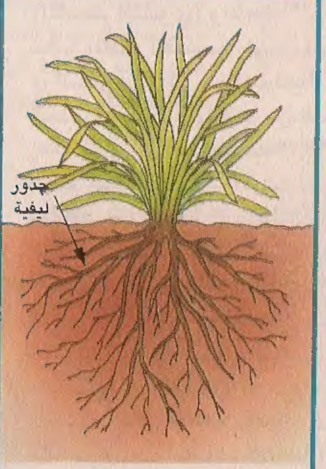
• **قلنسوة الجذر root cap**. طبقة من الخلايا التي تحمي رأس الجذر أثناء نموه.

(*) البشرة (القشرة) 15، البصلة 34.

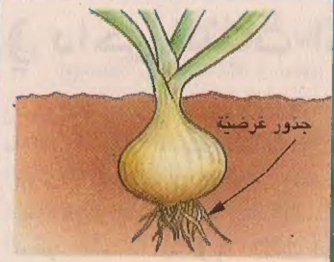
أنواع الجذور



• **الجذر الوتدي tap root**. الجذر الأول، أو **الجذر الأولي primary root**، وهو أكبر من الجذور الصغيرة **الجانبية** أو **الثانوية** التي تتفرع منه. ومعظم الخضروات عبارة عن جذور وتدية منتفخة.



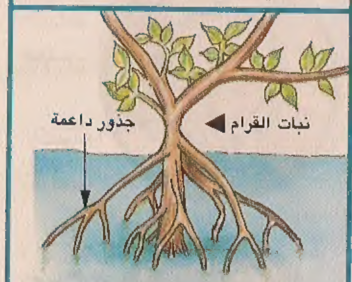
• **الجذور الليفية fibrous roots**. جهاز من جذور متفرِّعة ليفية كثيرة متشابهة من حيث الحجم ومنتجة **لجذور جانبية**. ولا يبرز الجذر الأول في هذا النوع من الجذور الليفية، كما هو الحال في **الجذور الوتدية**.



• **الجذور العرضية adventitious roots**. الجذور التي تنمو من الجذع مباشرة. إنها تنمو من **البصلات(*) bulbs** أو من العُقَل cuttings.



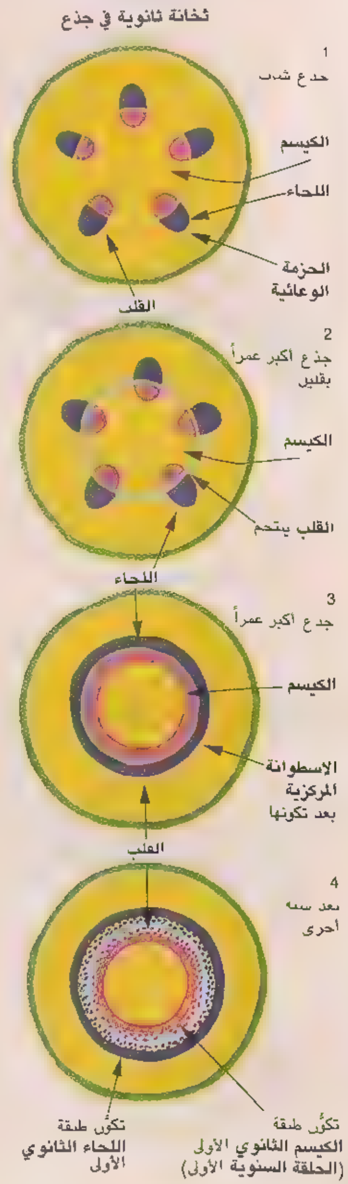
• **الجذور الهوائية aerial roots**. هي جذور تنبت من الجذوع ولا تغرز في التربة، وتستعملها النباتات في الزحف والتسلق كنبات اللبلاب. وكثير منها يمتص الرطوبة من الهواء.



• **الجذور الداعمة prop roots**. نوع خاص من **الجذور الهوائية**، وتنبت من الجذع ثم تنغرز في الأرض التي قد تكون تحت الماء. ومهمة هذه الجذور أن تحمل نباتات ثقيلة كنبات القَرام mangrove.

في داخل النبات المعمر

يكوِّن النبات الذي يعمر عدة سنوات (كالأشجار) **نسيجاً ثانوياً secondary tissue** كلما تقادم به السن. وهذا النسيج يتألف من طبقات نسيجية جديدة تكمِّل النسيج الأصلي، أو **النسيج الأوَّلي(*) primary tissue**. ويتشكل **نسيج وعائي(*) vascular tissue** داعم وناقل للسوائل في اتجاه مركز النبات، كما ينشأ نسيج دفاعي (حمائي) حول الخارج. ويسمى نشوء النسيج الوعائي الجديد **الثخانة الثانوية**، الأمر الذي ينتج عنه ما يعرف **بالنبات الخشبي woody plant**.



النسيج المركزي الجديد

- **الأسطوانة المركزية الوعائية vascular cylinder**. تنمو بوصفها الخطوة الأولى من **الثخانة الثانوية** في الجذوع. ويتكوّن المزيد من أنسجة **القُلْب(*) cambium** بين **الحزم الوعائية(*) vascular bundles**، فيؤدي ذلك إلى نشوء مزيد من **الكيسم(*) xylem** و**اللِّحاء(*) phloem** مما يشكل أسطوانة متواصلة.
- **الثخانة الثانوية secondary thickening**. تكوِّن المزيد من **النسيج الوعائي** الناقل للسوائل عاماً إثر عام في النباتات المعمَّرة، مما يسبب ازدياداً تدريجياً في قطر الجذع والجذور. ففي كل عام تنشأ طبقات جديدة من **الكيسم(*)** (**الكيسم الثانوي**) و**اللحاء(*)** (**اللحاء الثانوي**) عن طريق خلايا **القُلْب** القسومة الموجودة بينهما. وهذه العملية تحدث في الجذوع بشكل مختلف قليلاً عن كيفية حدوثها في الجذور، وينتج عنها قلب من النسيج الوعائي دائم التضخُّم (ممّا يؤدي إلى عصر **اللب(*) pith** في الجذوع) ويتألف معظم هذا القلب من الكيسم، الذي يسمى أيضاً **خشباً wood**. أما منطقة اللحاء فلا تتوسع كثيراً، وذلك لأن اندفاع الكيسم باتجاه الخارج يحتّها.
- **الحلقات السنوية annual rings**. هي الدوائر المتمركزة التي يمكن رؤيتها في مقطع عرضي لشجرة معمرة. فكل حلقة تمثل نمواً سنوياً جديداً **للكيسم(*)**، وتتشكَّل من منطقتين منفصلتين هما: **خشب الربيع spring wood** الطري (أو **الخشب المبكر early wood**) الذي يتكوَّن باكراً من موسم النمو، و**خشب الصيف summer wood** الصلب (أو **الخشب المتأخر late wood**) الذي يتكون فيما بعد.

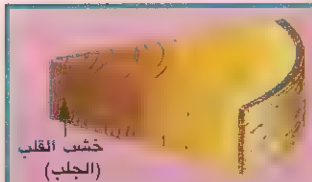


(*) الحزم الوعائية 14 (النسيج الوعائي)، القُلْب 15، الكيسم 14 اللب 15 اللحاء 14؛ النسيج الأولي 14.

النسيج الخارجي الجديد

تعمد النباتات المعمرة أيضاً - كما هو حال **النسيج الوعائي(*)** - إلى تشكيل طبقات إضافية زائدة من النسيج حول خارجها بقصد حمايتها. وهذه الطبقات من الداخل إلى الخارج هي على التوالي: **الأدمة النَّجَبية** و**مولد النَّجَب** و**النَّجَب**. وتعرف هذه الطبقات الثلاث مجتمعة باسم **الأدمة المحيطية periderm**.

- **مولد النَّجَب phellogen** أو **القُلب النَّجَبي cork cambium**. طبقة من الخلايا تنشأ باتجاه الخارج في جذوع النباتات المعمَّرة وجذورها. إنها **نسيج قسوم(*) meristem**، أي طبقة خلايا لا تتوقف عن الانقسام. وهذه الطبقة تُنشىء طبقتين هما **الأدمة النَّجَبية والنجب**.
- **الأدمة النجبية phelloderm**. طبقة خلايا جديدة يُنشئها **مولِّد النجب** من جهته الداخلية، وهي تكمل **القشرة(*) cortex** وتُسمَّى أحياناً **القشرة الثانوية secondary cortex**.
- **النَّجَب phellem** أو **الفلّين cork**. طبقة خلايا جديدة ينشئها **مولد النجب** من جهته الخارجية، **وتتفلَّن suberization** الخلايا، أي أن جدرانها تمتلىء بمادة شمعية تدعى **سوُبَرين suberin**، فتجعل الطبقات الخارجية صامدة للماء. وتموت خلايا النجب ببطء فتحل محل طبقة الخلايا الخارجية السابقة (**البشرة(*) epidermis** في الجذوع و**الأدمة التحتية(*) exodermis** في الجذور) وتسمى خلايا النجب الميتة**القلْف bark**.

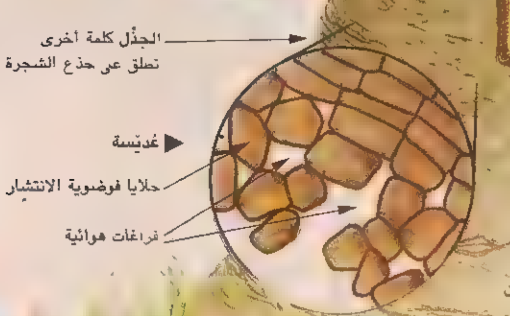


- **خشب القلب** أو **الجلب heartwood** الجزء المركزي الأقدم من **الكيسم(*)** في نبات مُسِنّ. وفيه تمتلىء **الأوعية(*) vessels** ولا تعود تحمل السوائل، بل تضطلع بدور داعم فقط.



- **خشب النُّسغ sapwood**. المنطقة الخارجية من **الكيسم(*)** في نبات مُسِنّ، وتواصل **أوعيته** نقلها للسوائل، إضافة إلى دعم وتخزين الاحتياطات الغذائية.





- **العُدَيْسَات lenticels**. فتحات صغيرة تنشأ في النجب يتنفس بواسطتها النبات المتقادم الأكسجين وثاني أكسيد الكربون. وفي داخل العديسات أقنية ومسارب من خلايا فوضوية الانتشار تتيح للغازات أن تعبر الأنسجة الخارجية إلى **القشرة(*)** ومنها، وهي أيضاً ذات فراغات هوائية.

(*) الأدمة التحتية 17، الأوعية 15؛ البشرة، القشرة، القُلب 15؛ الكيسم 14 اللحاء 14، النسيج القسوم 16، النسيج الوعائي 14.

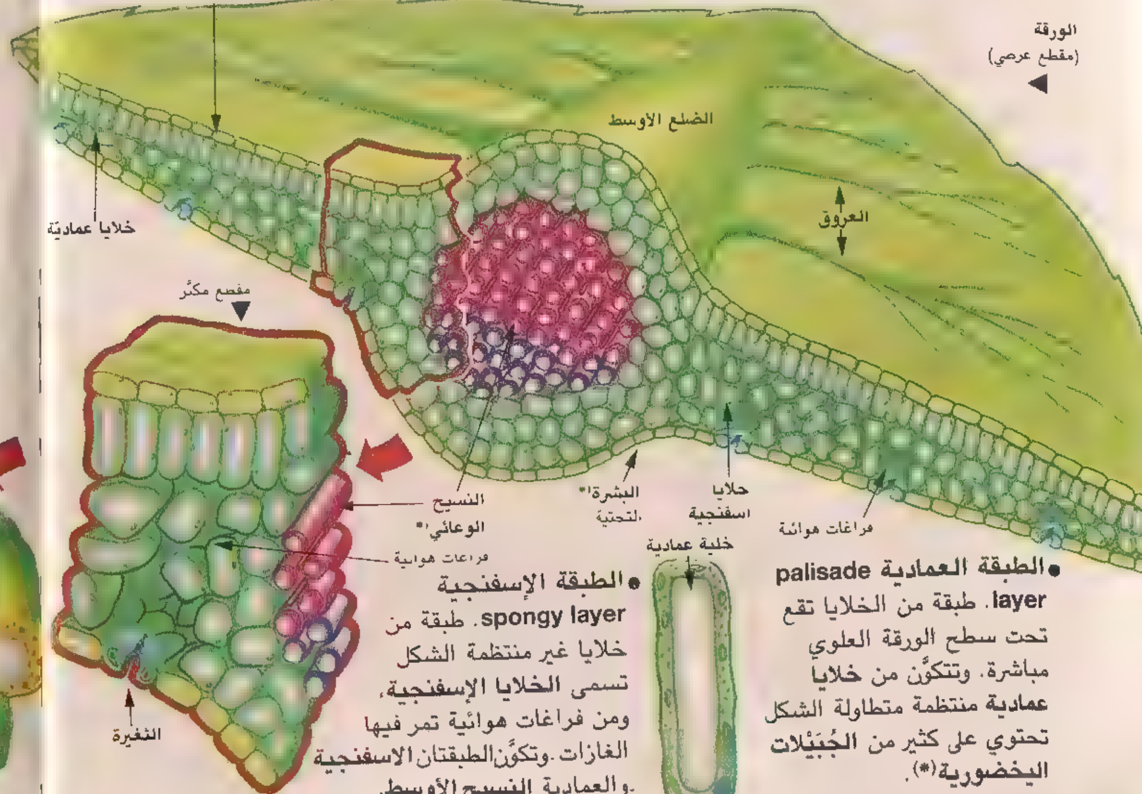
الأوراق

تسمى أوراق النبتة ككل **foliage**، وهي الجزء المكيّف لصنع الغذاء، وتقوم بذلك من خلال عملية خاصة تدعى **التخليق الضوئي photosynthesis**. لمزيد من المعلومات حول هذه العملية، أنظر ص 26-27. وللأوراق أشكال وأحجام متنوعة عديدة، ولكنها على نوعين فقط: **الأوراق البسيطة simple leaves** المكونة من نصل blade واحد أو **رقيقة lamina**، **والأوراق المركبّة compound leaves** التي تتألف من عدة نُصول تسمى **وُرَيْقات leaflets** وتنمو على سُويق واحد. توجد على الصفحة 22 لوحة تضم أشكالاً مختلفة من الأوراق.

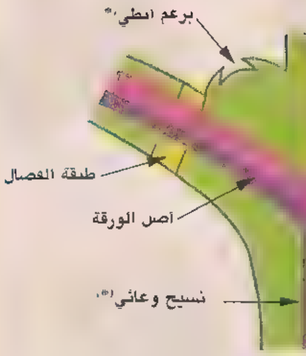
في داخل الورقة

- **العروق veins**. قطاعات طويلة ضيقة من **النسيج الوعائي(*) vascular tissue** تمدّ الورقة بالماء والمعادن وتزيل منها الغذاء المصنوع بداخلها. وبعض الأوراق ذات عروق طويلة متوازية، كتلك التي في الأعشاب، ولكن لمعظمها عرقاً مركزياً داخل **ضلع متوسط midrib** (وهو امتداد للزند أو السويق) تتفرع منه عروق عديدة أصغر حجماً.

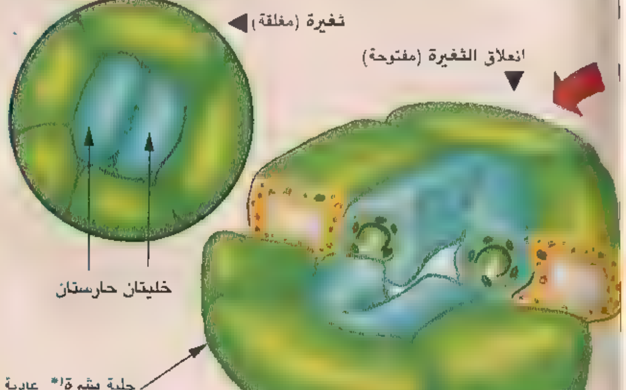




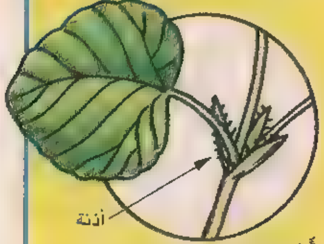
- **الطبقة العمادية palisade layer**. طبقة من الخلايا تقع تحت سطح الورقة العلوي مباشرة. وتتكوّن من **خلايا عمادية** منتظمة متطاولة الشكل تحتوي على كثير من **الجُبَيْلات اليخضورية(*)**.
- **الطبقة الإسفنجية spongy layer**. طبقة من خلايا غير منتظمة الشكل تسمى **الخلايا الإسفنجية**، ومن فراغات هوائية تمر فيها الغازات. وتكوّن الطبقتان **الاسفنجية** والعمادية **النسيج الأوسط**.



- **أصل الورقة leaf trace**. منطقة من **النسيج الوعائي(*)** تتفرع من النسيج الوعائي للجذع لتشكل **عرق الورقة** المركزي
- **طبقة الفِصَال abscission layer** طبقة من الخلايا تقع عند قاعدة زند الورقة وتنفصل عن الأجزاء الأخرى من النبتة في وقت محدَّد من السنة (يحفزها على ذلك **هرمون(*) hormone** يسمَّى **حمض الأبسيزيك abscisic acid**). وهذا ما يسبب تساقط الأوراق مشكلاً **ندوب الأوراق leaf scars** مكانها.
- **الثُغَيْرات stomata** (مفردها **stoma**). فتحات دقيقة في **البشرة(*) epidermis** (الجلدة الخارجية) يجري عبرها تبادل الماء (**النتح(*) transpiration**) **والغازات**. وتوجد الثُغَيْرات بشكل أساسي في الجانب السفلي للورقة.
- **الخلايا الحارسة guard cells**. أزواج من الخلايا هلالية الشكل يحيط كلّ زوج منها **بثُغَيْرة**، وتفتحان وتغلقان بتغيير شكلهما. وهذا ما يضبط تبادل الماء والغاز. وهي الخلايا السطحية الوحيدة إضافة إلى **الجبيلات اليخضورية(*)**.



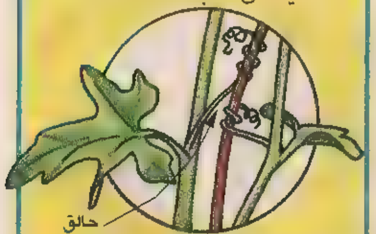
أوراق خاصة



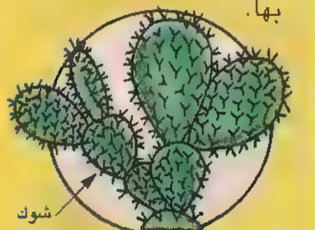
- **الأَذَنة stipule**. وُرَيْقة دون زند تنمو عند قاعدة زند الورقة في عديد من النباتات.



- **القنابة bract**. ورقة تنمو عند قاعدة زند الزهرة في عديد من النباتات.



- **الحالق tendril**. ورقة (أو جذع) خيطية الشكل تلتف حول دعامة ما أو تلتصق بها.



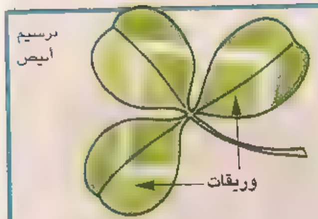
- **الشوك spine**. ورقة مُحَوَّرة عند نباتات الصَّبَّار، تقلص حجمها حتى لا تخسر النبتة كثيراً من الماء.

أنواع الورق المركب

في ما يلي بعض أنواع الورق المركب، أوراق مؤلفة من وُرَيقات(*) leaflets، وكذلك بعض التشكيلات والحروف الورقية أو الحواف margins، والصور ليست بالمقياس الطبيعي



● **الراحيّة palmate** وتتشعّب الوريقات (خمس أو أكثر) من نقطة واحدة مشتركة



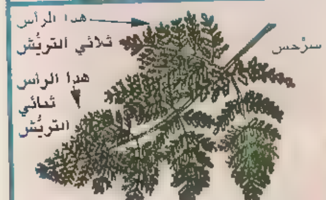
● **ثلاثية الأوراق**. وريقاتها الثلاثة تنمو من نقطة واحدة



● **الثلاثية ternate**. ورقة ثلاثية الأوراق لها ثلاثة فصوص

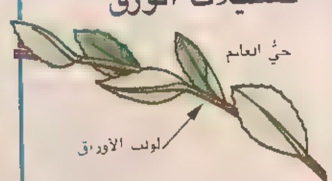


● **الريشيّة pinnate** تكون الوريقات أو الرِّيش في أزواج متقابلة



● **ثنائية الريش / bipinnate** ثلاثية الريش ريشية مرَيّشة الوريقات.

تشكيلات الورق



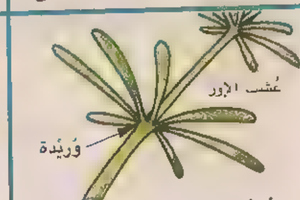
● **اللولبية spiral**. تنمو الأوراق من نقاط تشكل لولبا على الجذع.



● **المتقابلة opposite**. أزواج أوراق تنمو من جانبي الجذع المتقابلين.



● **المتقاطعة decussate**. أزواج متقابلة. يتعامد كل زوج مع الزوج الذي يسبقه.



● **الوُرَيْدة أو الدوّارة rosette** أو **whorl**. دائرة من الأوراق النامية من نقطة واحدة.



● **وُرَيْدة قاعدية basal rosette**. وريدة تنمو عند قاعدة الجذع.

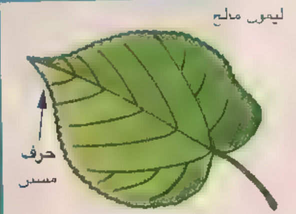


● **المثقوبة perfoliate** أوراق مفردة أو مزدوجة تكون قواعدها مندمجة وملتفة حول الجذع.

حـروف الـورق



● **الصحيحة entire** . ليس في حرفِ الورقة أي نوع من التسنن.



● **المنشارية serrate**. ورقة ذات حرف مسنّن بشكل دقيق، وقد تكون مُفَصّصة.



● **المفصّصة lobed**. يشكل حرف الورقة قطاعات أو فصوصاً، وقد تكون منشارية serrate.

(*) الوريقات 20

حساسية النبـــات

ليس للنباتات جهاز عصبي، إلا أنها تتميز مع ذلك **بالحساسية sensitivity**، أي أنها تُبدي ردات فعل على بعض أنواع الحث. وهي تفعل ذلك بتحريك أجزائها المتخصصة أو بالنمو، وهذا ما يطلق عليه اسم **الانتحاء tropism**. وثمة **انتحاء إيجابي positive tropism**، وهو حركة أو نمو باتجاه العامل الحاث، و**انتحاء سلبي negative tropism** وهو حركة أو نمو بعكس اتجاه العامل الحاث.

● **الانتحاء الضوئي phototropism**. أي الاستجابة للضوء. وعندما يكون الضوء ضوء الشمس تسمّى الاستجابة **انتحاء شمسياً heliotropism**. ومعظم الأوراق والجذوع تبدي هذا الانتحاء فتلتف وتنمو باتجاه الضوء.

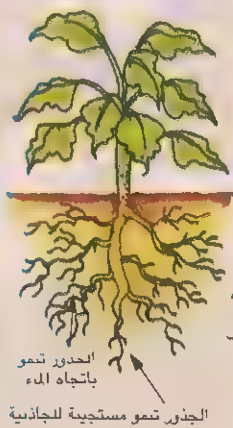


● **الانتحاء اللّمسي haptotropism** أو **thigmotropism**. الاستجابة للمس أو التلامس، كالتفاف شُعَيْرات النَدِيّة (ورد الشمس) الدبقة حول الحشرة عندما تحط عليها.



● **الانتحاء المائي hydrotropism**. الاستجابة للماء. فالجذور مثلاً قد تنمو باتجاه جانبي إذا كان فيه كمية أكبر من الماء.

● **الانتحاء الأرضي geotropism**. الاستجابة لفعل الجاذبية، وهذا ما تفعله كل الجذور بنموها نحو الأسفل مخترقة التربة.



● **هرمونات النمو growth hormones** أو **ضوابط النمو growth regulators**. مواد تحفز نمو النبات وتضبطه، وتنتج في الأنسجة **القسومة(*) meristems**، (وهي مناطق تنقسم فيها الخلايا باستمرار). ومن هذه الهرمونات: **الأوكسين auxin والسيتوكينين cytokinin والجبريلين gibberellin**.

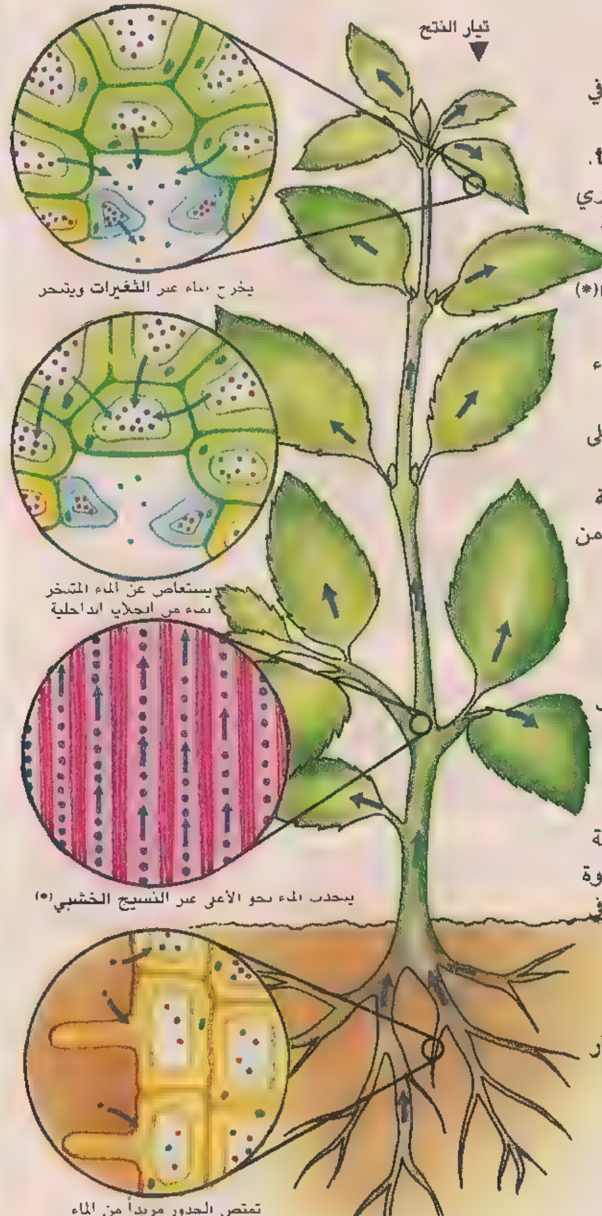
● **التجاوب الضوئي photoperiodism**. استجابة النبات لطول النهار أو الليل **photoperiod**، وخصوصاً في ما يعود لإنتاج الأزهار. والتجاوب الضوئي يعتمد على عدد من الأمور كعمر النبتة ودرجة حرارة بيئتها. **فنباتات النهار القصير short- day plants** لا تنتج أزهاراً إلا إذا كان النهار أقصر من طول معيّن (يسمى **الطول الحرج critical length**) أما **نباتات النهار الطويل long- day plants** فلا تنتج أزهارها إلا إذا كان النهار طويلاً. ويُعْتَقَدُ أن «الأمر» الذي تزهر بموجبه النبتة يحمله **الهرمون hormone** إلى المنطقة المعنية في النبتة منطلقاً من الأوراق حيث يتم تخليقه، وذلك عندما تكون الشروط المتوفرة ملائمة. وقد سُمّي هذا الهرمون **مولّد الزهر florigen**. وبعض النباتات **حيادية حيال طول النهار day-neutral plants**، أي أن لا علاقة لأزهارها بطول النهار.



(*) النسيج القسوم 16، الهرمونات 106

نقل السوائل النباتية

يُسمَّى نقل السوائل في النبات **انتقال الغذاء translocation**. فالسوائل تنتقل داخل الأنسجة **الوعائية**(*) **vascular tissues** المكونة من **النسيج الخشبي**(*) **xylem** و**اللحاء**(*) **phloem**. فالنسيج الخشبي يحمل الماء (وفيه الأملاح المعدنية الذائبة) من الجذور إلى الأوراق، في حين يحمل اللحاء الغذاء من الأوراق ويوزعه على مختلف الأقسام النباتية التي تحتاجه.



● **النَّتْح transpiration**. فقدان الماء بواسطة التبخُّر، عبر فتحات دقيقة تسمى **الثُغَيْرات**(*) **stomata** وتقع في السطح السفلي من الورقة.

● **تيَّار النتح transpiration stream**. سلسلة من العمليات الثابتة التي تجري في النبات. عند فقدان الخلايا الورقية الخارجية الماء بواسطة **النتح** يزداد تركيز المعادن والسكريات في **فجواتها**(*) **vacuoles** بالمقارنة مع تركيز المواد نفسها في الخلايا الداخلية، فيعبر الماء إلى الخارج **بالتناضح**(*) **osmosis**، الأمر الذي يسبب دفع الماء نحو الأعلى عبر أنابيب **النسيج الخشبي**(*) في الجذوع والجذور (بمساعدة **الخاصيَّة الشَّعْرية**(*) ، فتمتص الجذور مزيداً من الماء.

● **الفعل الشعري capillary action**. الطريقة التي تنتقل بها السوائل نحو الأعلى في الأنابيب الضيقة. تُدْفَع جزيئات السوائل نحو الأعلى بالتجاذب بينها وبين جزيئات جدران الأنابيب.

● **الضغط الجذري root pressure**. ضغط ينشأ في جذور بعض النباتات. ففي كل النباتات، ينتقل الماء من التربة إلى النبتة عبر طبقات خلايا الجذور بقوة **التناضح**(*). وفي النباتات التي ينشأ في جذورها ضغط جذري، يكفي الضغط الناتج عن حركة هذا الماء كي يدفعه نحو الأعلى في أنابيب **النسيج الخشبي**(*). أما بعد ذلك، فيتكفل **تيار النتح transpiration stream** «بجذبه» صعداً. أما في نباتات أخرى فتعود حركة الماء عبر الخلايا الجذرية إلى «انجذابها» بواسطة تيار النتح.

(*) التناضح 99، الثغيرات 21، الفجوات 10 ، الجيسم اللحاء النسيج الوعائي 14

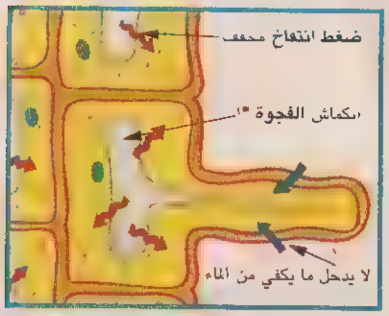


● **النضح guttation**. ظاهرة توجد في النباتات التي تبدي **ضغطاً جذرياً root pressure**. فقد يؤدي الضغط الزائد، مضافاً إلى «السحب» الناتج عن **تيار النتح transpiration stream** إلى إخراج قطرات الماء من مناطق الافراز المائي في الخلايا (**المناتح hydathodes**) عبر مسام دقيقة تقع عند رأس الورقة أو على طول حوافها.



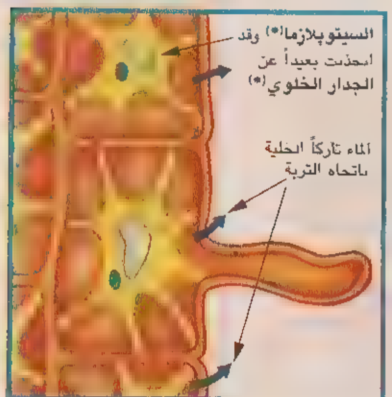


● **الانتفاخ turgor** حالة الخَلايا في نبتة صحيحة. فكل خلية تبلغ مرحلة لا يعود في وسعها أخذ المزيد من الماء (أي تصبح **منتفخة turgid**) والماء الذي يعبر إلى **السائل الخلوي**(*) **cell sap** (معادن وسكَّريات ذائبة) بقوة**التناضح**(*) يصل إلى **فجوته vacuole** المركزية الكبيرة، فتنضخم حتى تبلغ حدها الأقصى ولا تستطيع تجاوزه لأن الضغط من الخارج (**ضغط الانتفاخ**) يتساوى مع القوة المعاكسة **بجدار الخلية**(*) الصلب **cell wall**. (**ضغط الجدار wall pressure**). مثل هذه الخلايا تمكِّن النبتة من الثبات والانتصاب.





● **الذبول witting**. حالة من التهدل تصاب بها النبتة التي تعرضت إلى ظروف معينة، كزيادة في الحرارة. تفقد النبتة في هذه الحالة كمية من الماء (بواسطة **النتح transpiration**) تفوق الكمية التي تستطيع امتصاصها، فينخفض **ضغط الانتفاخ** (أنظر **الانتفاخ**) في **فجوات** الخلايا، وتصبح الخلايا رخوة مترهِّلة لا تقوى على دعم النبتة، فتتهدَّل.





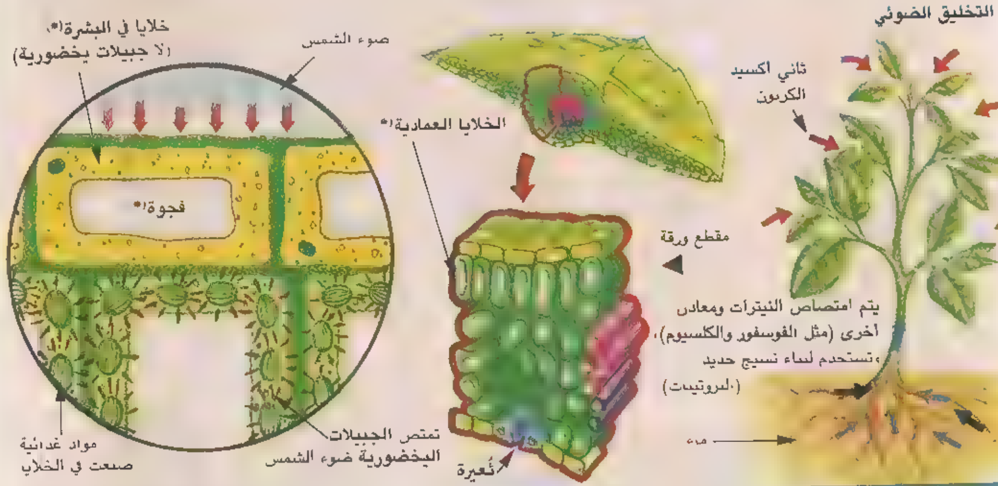
● **إنحلال السيتوبلازما plasmolysis**. حالة متطرفة قد تتسبَّب بموت النبتة. تفقد النبتة في هذه الحالة كمية كبيرة من الماء، لا عن طريق **النتح** في ظروف الحرارة المرتفعة فحسب (أنظر **الذبول**)، بل عن طريق **التناضح**(*) أيضاً مع تربة جافة جداً أو ذات تركيز معدني عالٍ جداً. تنكمش بعد ذلك **الفجوات**(*) الخلوية إلى حد إبعاد **السيتوبلازما**(*) **cytoplasm** عن **الجدران الخلوية**(*).

(*) التناضح 99 السيتوبلازما 10، الشعيرات الجذرية 17، الفجوات 10، (الجدار الخلوي)

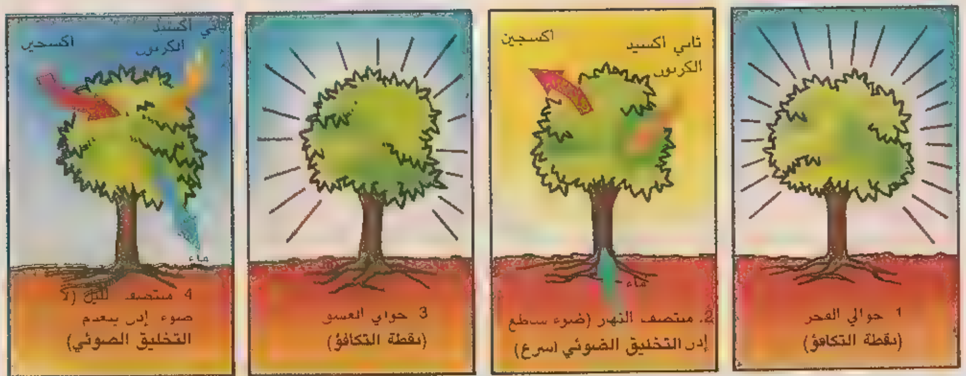
إنتاج غذاء النبات

لمعظم النباتات القدرة على صنع غذائها الذي تحتاجه لكي تنمو وتحصل على الطاقة (بعكس الحيوانات التي تأخذه من الخارج). وتسمى العملية التي بواسطتها يتم صنع الغذاء المعقد انطلاقاً من مواد بسيطة، **التخليق الضوئي photosynthesis**.

● **التخليق الضوئي photosynthesis**. سلسلة من التفاعلات الكيميائية تصنع النباتات الخضراء بواسطتها غذاءها، وتجري بشكل رئيسي في **الخلايا العمادية**(*) **palisade cells** الموجودة في الأوراق. ويتحد ثاني أكسيد الكربون مع الماء (الذي يحتوي على المعادن) مستعيناً بالطاقة التي تمتصُّها **الجُبَيْلات اليخضورية** من ضوء الشمس، الأمر الذي ◄

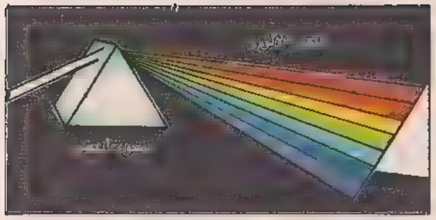


● **نقطتا التكافؤ compensation points**. نقطتان في الأربع والعشرين ساعة (عادة حوالي الغسق والفجر) عندما تتكافأ عمليتا **التخليق الضوئي والتنفس الداخلي**(*) **internal respiration** (أنظر أعلى الصفحة التالية). فالتخليق الضوئي ينتج الكميات المطلوبة من الكربوهيدرات والأكسجين من أجل التنفس الداخلي، والتنفس الداخلي نفسه ينتج الكميات المطلوبة من ثاني أكسيد الكربون والماء من أجل التخليق الضوئي.



(*) البشرة 15· التنفس الداخلي 104· الخلايا العمادية 20 (الطبقة العمادية)· الفجوات 10

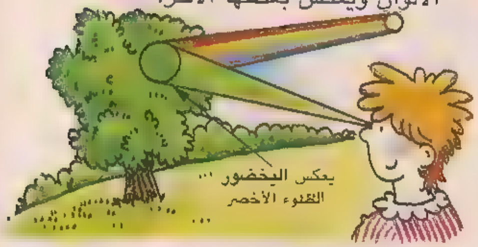
◄ ينتج الأكسجين إضافة إلى غذاء النبات. يعمل التخليق الضوئي بالتنسيق مع عملية **التنفس الداخلي**(*) أي تحليل الغذاء لإنتاج الطاقة. ينتج التخليق الضوئي الأكسجين والكربوهيدرات اللازمة لعملية التنفس الداخلي، في حين ينتج التنفس الداخلي ثاني أكسيد الكربون والماء (اللازمين لعملية التخليق الضوئي). وفي معظم الأحيان، تجري إحدى





العمليتين بسرعة تفوق سرعة الأخرى، وهذا يعني أنه قد تمَّ صنع كميات مفرطة من منتجاتها في حين لم تصنع في النبتة كمية كافية من المواد اللازمة لها. وفي هذه الحالة ثمة ضرورة لتلقي الكميات الإضافية وتصريف الكميات المفرطة أو تخزينها (أنظر الصورتين 2 و 4 على الصفحة المقابلة).

● **الخضاب pigments**. مواد ماصَّة لضوء. يتألف الضوء الأبيض عادة من طيف ألوان مختلفة عديدة. وكل خضاب (أو صبغ) يمتص بعض الألوان ويعكس بعضها الآخر.

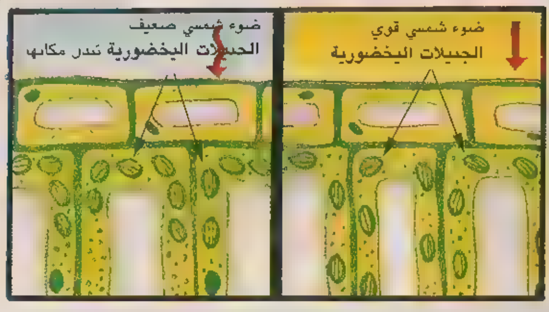


● **اليَخضور chlorophyll**. هو خضاب يوجد في كل الأوراق، ويمتص الضوء الأزرق والبنفسجي والأحمر فيما يعكس الضوء



الأخضر. ولذلك تبدو الأوراق خضراء اللون. وهناك أنواع أخرى من الخضاب توجد أيضاً في الأوراق **كاليصفور xanthophyll والكاروتين carotene** وحمض التنيك **tannin** التي تعكس الضوء البرتقالي والأصفر والاحمر في الطيف، إلا أن اليخضور يحجبها أثناء فصل النمو. وفي الخريف، يتحلَّل اليخضور فتظهر ألوان الأوراق الخريفية للعيان.

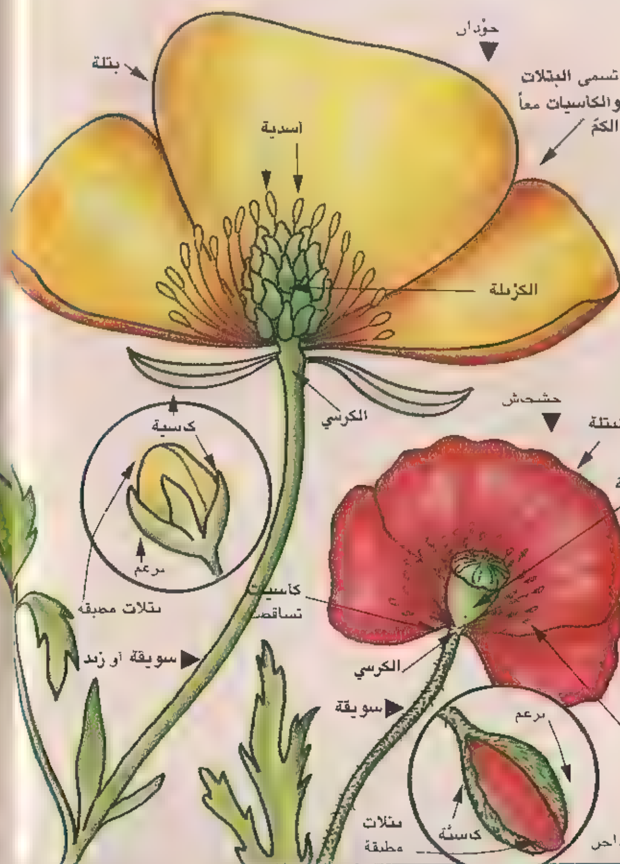
● **الجبيلات اليخضورية chloroplasts**. جسيمات صغيرة موجودة في الخلايا النباتية (في الأوراق بصورة رئيسية) تحتوي على **مادة صبغية تسمَّى اليخضور**. يمتص اليخضور طاقة ضوء الشمس ويستعملها في إمداد **التخليق الضوئي بالطاقة**. وقد تتحرك الجبيلات اليخضورية في داخل الخلية وفقاً لكثافة الضوء واتجاهه. انظر أيضاً الصفحة 12.



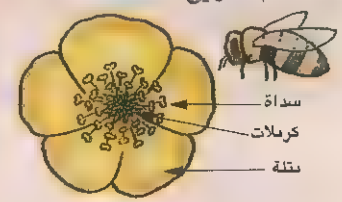
(*) التنفس الداخلي 104

الأزهـــار

تحتوي الأزهار flowers في النبات على أعضاء التكاثر reproduction (أي أعضاء إنتاج حياة جديدة ـ أنظر أيضاً ص 30) وفي النباتات الخنثية hermaphrodite ـ كالحوذان والخشخاش، تحتوي الأزهار على أعضاء التذكير والتأنيث معاً. أما النباتات مزدوجة الجنس monoecious، كالذُرة مثلاً، فلها نوعان من الأزهار موجودان في النبتة نفسها. الأزهار السداتية staminate ذات أعضاء التذكير فقط، والأزهار المدقّيّة pistillate، ذات أعضاء التأنيث فقط. أما النباتات منفصلة الجنس dioecious كالبَهْشِيَّة holly مثلاً، فلها أزهار سداتية في نبتة وأزهار مدقّية من نبتة منفصلة.



- **الكرسي receptacle**. الطرف المتّسع للسويق، أو **الزند peduncle**، حيث تنمو الزهرة.
- **البتلات petals** بنى رقيقة، تكون عادة مختلفة الألوان زاهيتها وتحيط بأعضاء التكاثر. وغالباً ما تكون معطّرة (لجذب الحشرات) وتعرف البتلات مجتمعة باسم **التُّويج corolla**.



- **الكاسيَّات sepals**. بنى صغيرة أشبه بالأوراق تحيط بالبرعم، وتعرف مجتمعة باسم **الكاس calyx**. تبقى في بعض الأزهار وكأنها حلقة حول **البتلات** المتفتحة، فيما تذبل وتتساقط عند أزهار أخرى كالخشخاش.



- **المغتريّات nectaries**. مناطق في الخلايا تقع عند قاعدة **البتلات** وتُنتج سائلاً سكرياً يسمّى **الرحيق nectar**. هذا السائل يجذب الحشرات التي تقوم **بتلقيح pollination** الأزهار. ويُعْتَقَد أن الخطوط المعتمة التي تشاهد عند أسفل البتلات تدلّ الحشرات على الرحيق، فتسمّى **أدلة العسل honey guides**.

أعضاء التذكير



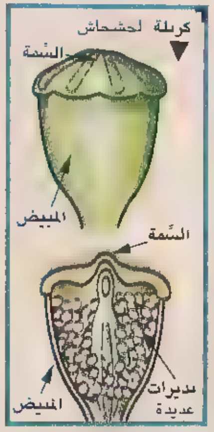
- **الأَسْدِيَة stamens**. أعضاء التذكير. لكل منها خيط **filament** يعلوه **مئبر anther**. ويتكوّن كل مئبر من **أكياس الطلع pollen sacs** التي تحتوي على **غبار الطلع**(*) **pollen**.

(*) التلقيح، غبار الطلع 30

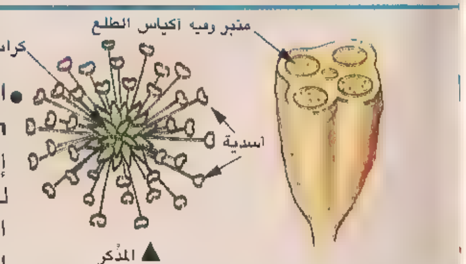


أعضاء التأنيث

- **الكربلة carpel** أو **المدقّة pistil**. عضو التأنيث المتكون من **المبيض والسمة والقلم**. بعض الأزهار ذات كربلة واحدة وبعضها يحتوي على عدة كرابل مجتمعة.
- **المبايض ovaries**. بنى تأنيثية. كل مبيض هو جزء من **كربلة** ويحتوي على بُذَيْرة أو عدة **بذيرات ovules** تحتوي الواحدة منها على خلية جنسية أنثوية. والبذيرة مثبتة **بحبل funicle** يشدها إلى جدار المبيض الداخلي المسمَّى **المَشيمة placenta**. أما الحبل فيرتبط بالبذيرة في نقطة تسمّى **الدَّرَز chalaza**.
- **السِّمة stigma**. الجزء الأعلى من **الكربلة**. ويكون سطحها عادة دبقاً حتى تتمكن حبيبات **اللقاح**(*) **pollen** (أو **غبار الطلع**) من الالتصاق بها أثناء **التلقيح**(*) **pollination**.



- **القلم style**. جزء من **الكربلة** يصل ما بين **السمة والمبيض**. وثمة العديد من الأزهار ذات قلم واضح، كالنرجس الكاذب daffodil، فيما تتميز أزهار أخرى بقلم قصير جداً كالحَوْذان buttercup وثمة أزهار ليس لها قلم على الإطلاق كالخشخاش poppy.
- **المُؤنث gynaecium**. اسم جماعي للأجزاء المؤنثة في الزهرة المكوَّنة من **كربلة** واحدة أو من عدة **كرابل**.

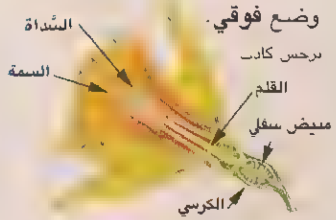


- **المذكر androecium**. إسم جماعي للأجزاء المذكرة في الزهرة، أي مجموع **الأسدية**.

كيف يتم توزيع الأجزاء



- **زهرة تحت مأنثية hypogy-nous flower**. تقع **الكربلة** (أو **الكرابل**) في قمة **الكرسي**، وتنمو كل الأجزاء الباقية من حول قاعدتها. يسمَّى وضع هذه الكربلة **وضعاً فوقياً superior**.
- **زهرة محيطيّة perigynous flower**. ترتكز الكربلة (أو الكرابل) على **كرسي receptacle** شبيه بالفنجان، أما الأجزاء الأخرى كلها فتنمو من حول إطارها. تكون الكربلة هنا في **وضع فوقي**.



- **زهرة علوية epigynous flower**. أجزاء الزهرة تنمو من قمة **الكرسي** الذي يحيط تماماً **بالمبيض** (أو المبايض) ولكنها لا تحيط **بالسمة والقلم**. مثل هذا المبيض يسمّى **مبيضاً سفلياً inferior**.

(*) البذيرات، التأبير (التلقيح)، غبار الطلع 30

التكاثر في النباتات المزهرة

التكاثر reproduction هو خلق حياة جديدة. تتناسل النباتات المزهرة جميعها بالتكاثر الجنسي(*) sexual reproduction، وذلك عندما تتحد العروس(*) gamete الذكرية (خلية جنسية) مع العروس الأنثوية. وفي النباتات المزهرة توجد العرائس الذكرية (مجرد نوى ذكرية(*) male nuclei) في غبار الطلع أو حبيبات اللقاح ، فيما توجد العرائس الأنثوية في البذيرات.

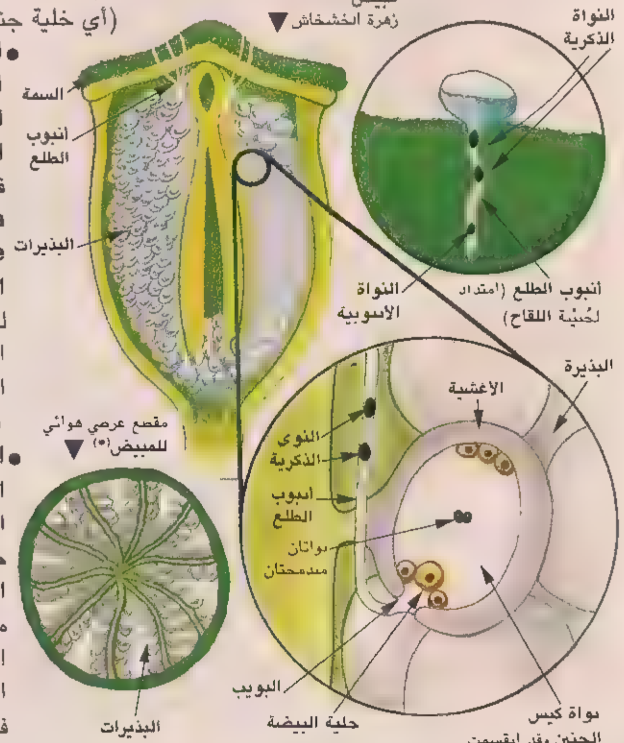
● **غبار الطلع أو اللقاح pollen**. حُبَيْبات تشكِّلها أسْدِية(*) stamens الأزهار. وكل حُبَيْبة هي خلية خاصة ذات نواتين(*) nuclei. فعندما تستقر حبيبة اللقاح على المبيض(*) ovary، تنشطر إحدى النواتين (وهي النواة التوليدية generative nucleus) إلى نصفين مشكلة بذلك نواتين ذكريتين (الأجسام التكاثرية - انظر المقدمة).



● **البُذيرات ovules**. البنى الدقيقة الموجودة في جسم الزهرة المؤنث أو المبيض(*)، والتي تتحوَّل بعد الإخصاب إلى بذور. تحتوي كل بذيرة على خلية بُيَيْضيَّة (كيس الجنين embryo sac) محاطة بطبقات نسيجية تُسَمَّى الأغشية integuments، باستثناء نقطة واحدة يوجد فيها ثقب دقيق (البُوَيْب micropyle) وقبل الإخصاب تنقسم نواة(*) كيس الجنين عدة مرات (أنظر التكاثر العروسي، الأنثوي ص 95). ويؤدي ذلك إلى نشوء عدد من الخلايا الجديدة (التي يصبح بعضها جزءاً من مخزون غذاء البذرة) ونواتين عاريتين تندمجان معاً. وإحدى هذه الخلايا هي العروس(*) gamete (أي خلية جنسية أنثوية) أو خلية البيضة.

● **التأبير pollination أو التلقيح** العملية التي تنقل بواسطتها حبيبة اللقاح نواها الذكرية (أنظر غبار الطلع) إلى مبيض(*) الزهرة. فالحبيبة تحط على السمة(*) stigma وتكوِّن أنبوب الطلع pol- len tube تحت سيطرة النواة الأنبوبية tube nucleus (تلك التي لم تنقسم - أنظر غبار الطلع). ينمو الأنبوب نحو الأسفل عبر نسيج المبيض ويدخل البذيرة عبر البُوَيْب، بعدئذٍ تسلكه النواتان الذكريتان.

● **الإخصاب fertilization**. بعد التأبير، تتحد إحدى النواتين الذكريتين (أنظر غبار الطلع) مع خلية البيضة في البذيرة لتشكِّلا معاً الزيج(*) zygote (أي الخلية الأولى من النبتة الجديدة) أما النواة الثانية فتتحد مع النواتين الأنثويتين المندمجتين فتنتج الخلية التي تتطور فيما بعد إلى البِذْرَاء الداخلية endosperm.



(*) الأسدية 28، البذراء الداخلية 33، التكاثر الجنسي 92، الزيج 93، السمة 29، العرائس 10، المبايض 29، النواة 10، النواة الذكرية 93



● **التأبير المختلط cross pollination**. تأبير نبتة بطلع نبتة أخرى من نوعها (فالطلع إذا وقع على نبتة من نوع آخر لا ينمو، أي أنه لا ينمِّي أنابيب الطلع). والطلع يمكن أن يحمله الهواء أو الحشرات التي تسعى إلى رشف الرحيق(*) nectar.

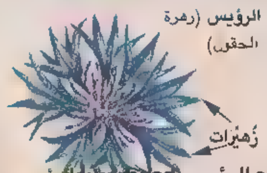


● **التأبير الذاتي self pollination**. تأبير نبتة بطلعها. وعلى سبيل المثال تحاول زهرة سحلبية النحل أن تجتذب ذكر نحل Eucera (من أجل تأبير مختلط) وذلك بأن تبدو كأنثى نحل لها الرائحة نفسها، وإذا لم يزرها ذكر النحل فإن أسديتها(*) (الأجزاء الذكرية) تنحني على ذاتها فتنقل الطلع إلى السمة(*) في مبيضها(*) (الأجزاء الأنثوية).

أنواع الأزهار وتشكيلاتها



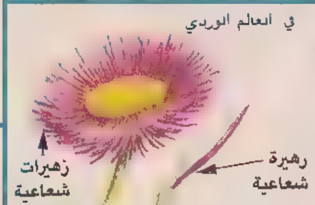
● **النورة inflorescence**. مجموعة أزهار أو رؤيسات تنمو من نقطة واحدة.



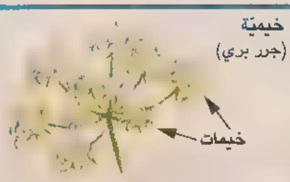
● **الرؤيس flowerhead أو الزهرة المركبة**. عنقود أزهار صغيرة أو زُهيرات florets.



● **الزهيرات القرصية**. زهيرات ذات بتلات متساوية الحجم.



● **الزهيرات الشعاعية**. زهيرات ذات بتلة طويلة واحدة.



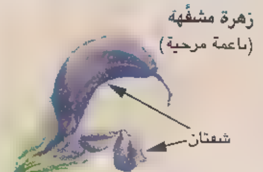
● **الخيميات umbellifer**. نورة رؤيساتها ذات شكل مظلي، وتسمَّى الخيميات umbels.



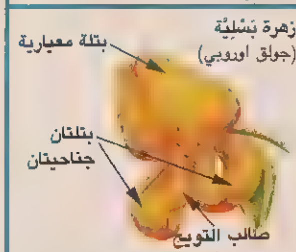
● **الجُرَيْس bell flower**. يسمَّى أيضاً زهرة أنبوبية tubular أو زهرة جُلْجُليَّة campanulate. تتصَّل بتلاتها لتشكل جرساً.



● **زهرة مِهْمَازِيَّة spurred flower**. زهرة ببتلة أو بتلات ممتدة إلى الوراء مشكِّلة مهاميز.



● **زهرة مشفَّهة lipped flower**. زهيرة ذات «شفتين»، عليا وسفلى، وغالباً ما يكون للشفة العليا قلنسوة.



● **زهرة بَسَلِيَّة pea flower**. زهرة تتألف من بتلة عليا (المعيارية) وبتلتين جانبيتين (الجناحين) وبتلتين سفليتين تشكلان صالب التويج keel (يضم الأعضاء التناسلية).

(*) الأسدية 28، الرحيق 28 (المغتربات)، السمة 29، المبايض 29

البــذور والانتاش

بعد الإخصاب(*) fertilization في النباتات المزهرة، تنمو البذيرة(*) ovule لتصبح بذرة seed. تحتوي البذرة على الجنين embryo، وهو نبتة جديدة نامية، إضافةً إلى مخزون من الغذاء. أما المبيض(*) ovary فيتحوّل بعد نضوجه إلى ثمرة تحمل بذرة أو بذوراً. توجد على الصفحة 34 لوحة تتضمَّن ثماراً مختلفة.

● **التَّشتيت dispersal** أو **الانتشار dissemination**. انتشار البذور الناضجة وتساقطها من ثمرة النبتة الأم. ويحدث ذلك بإحدى طريقتَين رئيسيتين استناداً إلى كون الثمرة إما **مُتَفتِّحة** أو **مُطبقة**.

● **ثمرة مُتَفَتِّحة dehiscent**. ثمرة تنفض عنها البذور قبل ان تنفصل عن النبتة الأم. وعلى سبيل المثال، يوجد في جرْو الخشخاش ثقوب



تنفذ عبرها البذور عندما يهز الهواء الجَرْو. ومن الثمار المتفتحة الأخرى قرون القوطيوس broom pods التي تتفتح طبيعياً «فتقذف»



البذور إلى الخارج. وفي كل الحالات تنتشر البذور إما بواسطة الهواء أو الماء أو وسائل أخرى.

● **ثمرة مطبقة indehiscent**. ثمرة تنفصل عن نبتتها الأم وتتحلّل ناشرة بذورها. مثال ذلك أنَّ «مفاتيح» القَيْقب الدلبي الكاذب أو «مظلاّت»



الهندباء البرية (الطَّرَخْشقون) تُحمل بالهواء فتتعلّق بفراء الحيوانات وصوفها. بعد ذلك

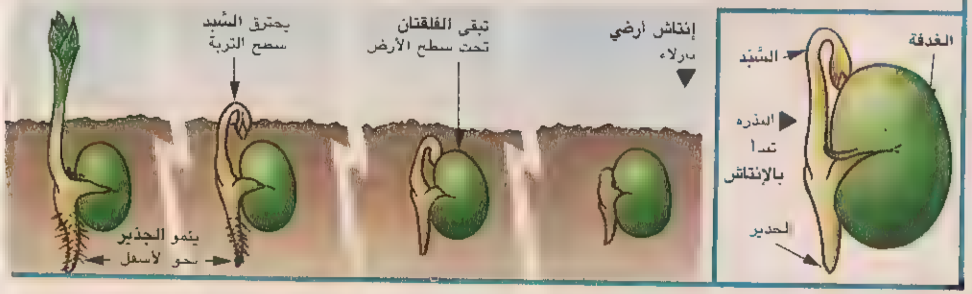


تهترىء الثمرة في التربة، فتعرى بذورها. وقد تأكل الحيوانات الثمرات القابلة للأكل ثم تخرجها بعد حين مع برازها.

الانتــاش

عندما تكون الظروف ملائمة **تنتش** البذرة. يخترق **السَّبَد plumule** و**الجُذَيْر radicle** غلاف البذرة، وتبدأ بالنمو لتتحول إلى نبتة جديدة أو **بادرة seedling**.

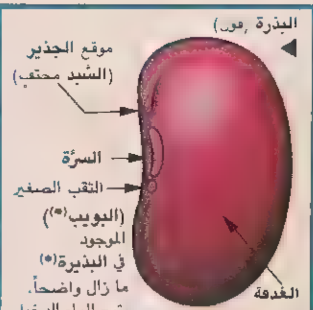
● **أرضي hypogeal**. نوع من **الإنتاش germination** كما هو الحال عند نبتة البازلاء إذ تبقى **فلقتا** البذرة **cotyledons** تحت سطح الأرض، مغلفتين **بالغِدْقة testa** في حين أن **السَّبد** هو الجزء الوحيد الذي يظهر فوق الأرض



أجـزاء البذرة

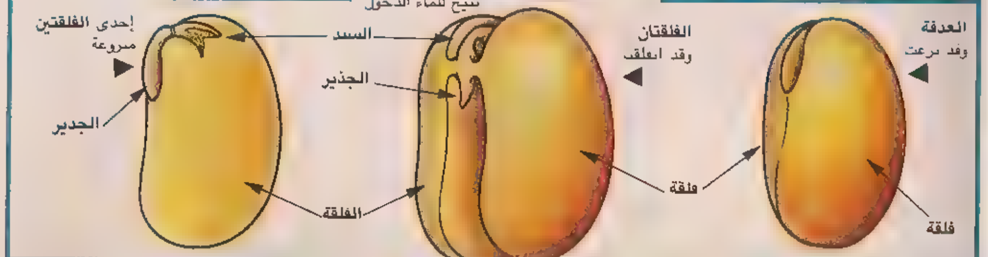
● **السُّرَّة hilum**. علامة في البذرة تشير إلى المكان الذي كانت **البذيرة**(*) ترتبط فيه بالمبيض(*).

● **الغِدْقة testa**. غطاء البذرة الذي ينمو من **الأغلفة integuments**.

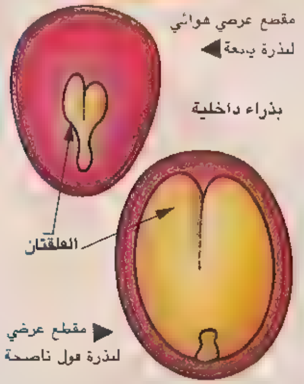


● **السَّبَد plumule**. البرعم الأوَّلي الذي يتكوَّن في داخل البذرة ويتطور فيما بعد إلى فرخ النبتة الجديدة الأول.

● **الجذير radicle**. الجذر الأول أو **الجذر الأوَّلي primary root** في النبتة الجديدة، ويتكون في داخل البذرة.



● **البذراء الداخلية endosperm**. طبقة نسيجية في داخل البذرة تحيط بالنبتة النامية وتمنحها الغذاء. وفي بعض النباتات (كالبازلاَّء) تمتص **الفلقتان cotyledons** البذراء الداخلية كلها وتخزِّنها قبل أن تنضج البذرة. أما في بعض النباتات الأخرى فلا تُمتَص البذراء الداخلية بكاملها إلا بعد **إنتاش البذرة**.

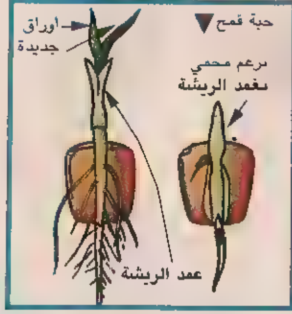


● **الفلقة cotyledon** أو **الورقة البذرية seed-leaf**. ورقة بسيطة تشكِّل جزءاً من النبتة النامية. وفي بعض البذور (الفول) تمتص الفلقة الغذاء من **البذراء الداخلية** وتخزِّنه. للبذرة فلقة واحدة في **النباتات ذات الفلقة monocotyledons** (الأعشاب)، وفلقتان في **النباتات ذات الفلقتين dicotyledons** (الفول والبازلاء).

● **سطحي epigeal**. نوع من **الإنتاش**، كما هو الحال عند نبتة البندورة، تظهر فيه **الفلقتان** فوق سطح الأرض وتحت الورقتين الأوليين. أي الورقتين الحقيقيتين.

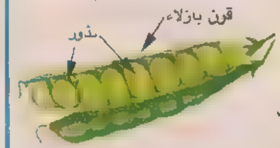
● **غمد الريشة coleoptile**. الورقة الأولى في العديد من **ذوات الفلقة الواحدة** (أنظر **الفلقة**). تحمي البرعم الأول. وتخرج الورقات الأولى منها.



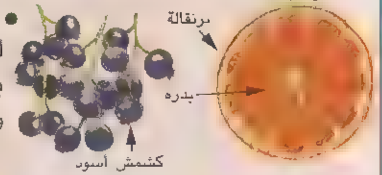


الثمار

تحتوي الثمرة fruit على البذور، والثمرة الحقيقية true fruit هي الثمرة التي تنمو من المبيض(*) ovary وحده، في حين أن الثمرة الكاذبة تنمو من الكرسي(*) receptacle أيضاً (كالفريز أو الفراولة). ويُسمَّى جدار الثمرة الخارجي **الغلاف الخارجي pericarp**. وينقسم في بعض الثمار إلى **قشرة الثمرة epicarp** وجزء لحمي أو **الغلاف المتوسط mesocarp**، وطبقة داخلية أو **الغلاف الداخلي endocarp**. وفيما يلي أنواع الثمار الرئيسية.



• **القرن legume** أو **pod**. ثمرة ترتبط بذورها بجدارها الداخلي. وتنشطر الثمرة على مدى طولها حتى تفتح (البازلاء).



• **العِنبية berry**. ثمرة لحمية تحتوي على عدة بذور (كالبرتقال والكشمش الأسود)



• **الجوْزة nut**. ثمرة جافة ذات قشرة صلبة، تحتوي على بذرة واحدة فقط (كالبندق أو الجوز).



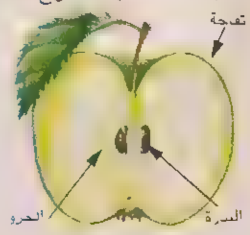
• **الحبَّة grain**. وتسمى أيضاً **البُرَّة caryopsis** أو **النواة kernel**. ثمرة صغيرة اندمج جدارها بغلاف البذرة (كالقمح).



• **البَهْمة achene**. ثمرة صغيرة جافة ذات بذرة واحدة فقط كالقيقب والحوذان. وتسمى البهمة «المجنَّحة» (كثمرة القيقب) **samara جناحيّة** أو **مفتاحيّة key fruit**.



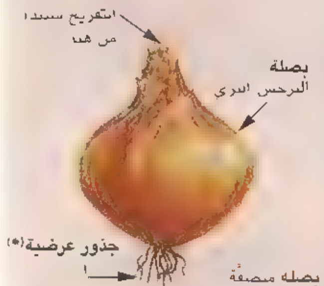
• **النوويَّة drupe**. ثمرة لحمية ذات بذرة صلبة في مركزها تسمى عادة «عَجمة». مثالها الخوخ

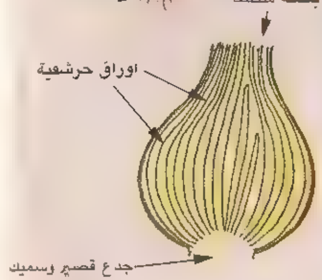


• **التفاحيَّة pome**. ثمرة ذات طبقة خارجية لحمية سميكة ولب. تقع بذورها في داخل جزْو كالتفاح. والتفاحيَّة مثال على **الثمار الكاذبة** (أنظر مدخل هذه المادة).

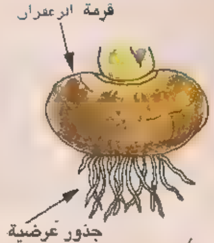
التكاثر الخضري

بعض النباتات طوَّرت، بالاضافة إلى إنتاج البذور، نوعاً خاصاً من **التكاثر اللاجنسي(*) asexual reproduction** يسمى **التكاثر الخضري vegetative reproduction** أو **vegetative propagation** بحيث يمكن لقسم من النبتة أن يتطور لوحده إلى نبتة جديدة.

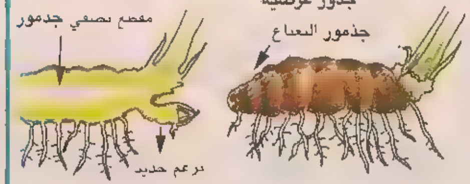




• **البصلة bulb**. جذع قصير ثخين محاط **باوراق حرشفية scale leaves** تحتوي على مواد غذائية مخزونة وتتكوّن في التربة بواسطة نبتة قديمة مائتة، فتشكِّل بذلك الطور الساكن الأول للنبتة الجديدة التي تبرز بمثابة فرخ كبرعم في بداية موسم النمو التالي. مثالها: بصلة النرجس البرّي.



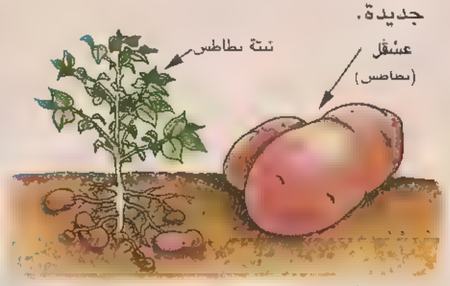
• **القُرْمَة corm**. جذع قصير ثخين شبيه **بالبصلة**، إلا أن المخزون الغذائي موجود في الجذع نفسه. مثالها قرمة الزعفران crocus.



• **الجُذْمور rhizome**. جذع ثخين ذو أوراق حرشفية، ينمو أفقياً تحت سطح التربة. وينتج الجذمور على مدى طوله جذوراً وبراعم تنمو منها فروخ جديدة. وهناك العديد من الأعشاب التي تنتج الجذامير فضلاً عن السرخسيات والسوسنيات.



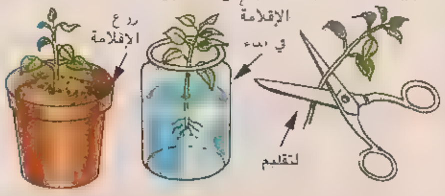
• **الرئد stolon** أو **runner**. جذع ينمو أفقياً على مقربة من قاعدة بعض النباتات كالفريز (الفراولة). ومن الرئد تنمو جذور من نقاط معينة تنطلق منها كذلك نبتات جديدة.



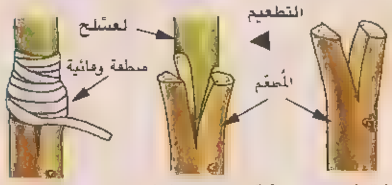
• **العَسْقَل tuber**. جذع قصير ممتلىء مطمور يحتوي على مواد غذائية مخزَّنة وينتج براعم تنمو منها النبتات الجديدة. مثاله البطاطس.

الاكثار الاصطناعي

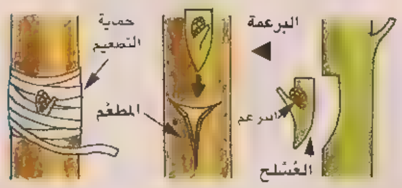
• **الإكثار الاصطناعي artificial propagation**. طريقة تجارية في الزراعة والمشاتل الزراعية تستفيد من **التكاثر الخضري vegetative reproduction**. إن كون النبتات الجديدة لا تنمو بالضرورة دائماً من بذور يعني أنه بالامكان زيادة إنتاج النباتات تجارياً زيادة كبيرة عما هو موجود في الطبيعة.



• **التقليم cutting**. عملية نزع جزء من جذع (الإقلامة) النبتة الأم وزرعه في التربة فتنمو نبتة جديدة. وفي بعض الحالات توضع الإقلامة أولاً لبعض الوقت في الماء حتى تربي جذوراً.



• **التطعيم grafting**. عملية نزع قطعة من جذع النبتة وإعادة لصقها في مكان آخر. ويمكن أن يجري الإلصاق في مكان آخر من النبتة ذاتها. ويعرف ذلك **بالتطعيم الذاتي autografting**، أو في نبتة أخرى من النوع نفسه (**التطعيم المتجانس homografting**) أو في نبتة من نوع آخر (**التطعيم اللامتجانس heterografting**). أما القطعة المنزوعة فتسمَّى **العُسْلُج scion**، في حين يُسَمَّى مكان التطعيم **المطعَّم stock**.



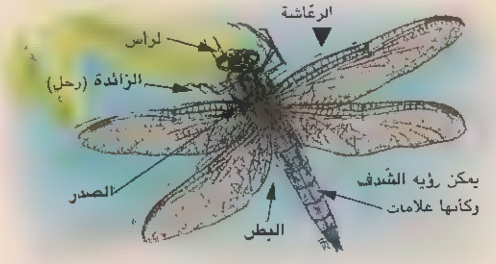
• **البَرْعَمة budding**. نوع من التطعيم بالبرعم.

تركيب أجسام الحيوانات

توجد الحيوانات بأشكال كثيرة التنوّع تتراوح بين العضويات البسيطة وحيدة الخلية والعضويات المركّبة من ألوف الخلايا. وتعتمد إلى حد كبير طريقة **تصنيفها**(*) **classification** ، أي تقسيمها إلى مجموعات، على مدى تعقّد تركيب أجسامها. وبهذا المعنى كثيراً ما تستخدم لفظتا **الحيوانات العليا higher animals والحيوانات الدنيا lower animals**، إذ كلما كان الحيوان أعلى تعقّدت أعضاؤه الداخلية. وبشكل عام فإن من خصائص الحيوانات العليا المميزة **تشدُّفها** ووجود فجوات في أجسادها وامتلاكها هيكلاً معيناً.

• **التَّشَدُّف segmentation**. تقطُّع الجسم إلى أقسام أو شُدَف منفصلة، وذلك في خطوة نحو التعقّد انطلاقاً من جسم غير مقطع. وبشكل عام، فكلما تعقد الحيوان كانت الشدف أقل وضوحاً. أما الشكل الأكثر بدائية من أشكال التشدُّف فهو **التشدُّف القُسامي metameric segmentation** أو **metamerism**. و**الشُدَف** أو **القُسَامات** قطع متشابهة إن لم تكن متطابقة. فكل واحدة تحتوي، على أجزاء متطابقة إلى حد ما من الأجهزة الداخلية، ومترابطة في ما بينها عبر الجدران الداخلية التي تفصل بين الشدف. ومثل هذا التشدف يوجد لدى أكثر الديدان على سبيل المثال، ولدى **كثيرات الأرجل**(*) **myriapods**. أما التشدف الأكثر تعقيداً فهو أقل وضوحاً. فالحشرات مثلاً ذات جسم ينقسم إلى ثلاثة أجزاء رئيسية هي: الرأس **والصدر thorax والبطن abdomen**. وكل جزء منها يمثل في الحقيقة مجموعة من الشدف تُسَمَّى **قُسامة tagma** ولكن الشدف غير مقسَّمة بواسطة جدران داخلية، وإنما تبدو بمثابة علامات خارجية.

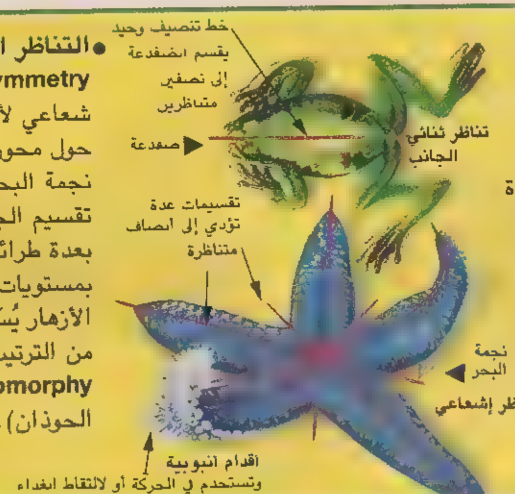




• **الزائدة appendage**. قسم تابع للجسم، أي قسم يبرز من الجسم كالذراع أو الرجل أو الجناح.

ترتيب الأجـزاء

• **التناظر ثنائي الجانب bilateral symmetry**. ترتيب أجزاء الجسم لا تصحُّ معه إلا طريقة واحدة تقسم الجسم إلى نصفين متناظرين. وهو تشكيل يميز معظم الحيوانات المتحركة بحرية. وتسمى الحالة نفسها عند الأزهار **تناظراً زيجياً zygomorphy** (مثاله زهرة الخطم).

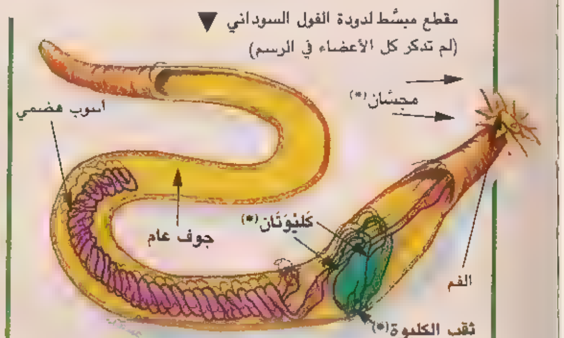


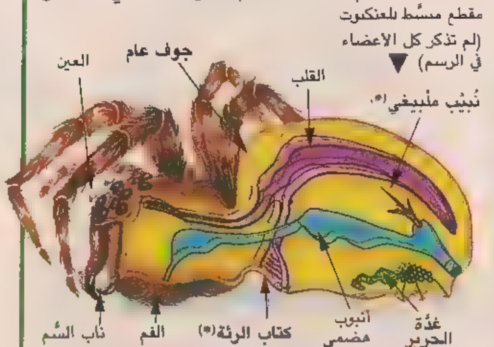
• **التناظر الشعاعي radial symmetry**. ترتيب شعاعي لأقسام الجسم حول محور مركزي (مثل نجمة البحر)، يصحّ معه تقسيم الجسم تناظرياً بعدة طرائق (وأحياناً بمستويات مختلفة). وعند الأزهار يُسَمَّى هذا النوع من الترتيب **تناظراً شعاعياً actinomorphy** (مثاله الحوذان).

(*) التصنيف 110 كثيرات الأرجل 113 (الملاحظة 5)

تجاويف الجسم

إن لمعظم الحيوانات كثيرة الخلايا جوفاً رئيسياً مملوءاً بسائل، يعرف **بالجوف الحشوي peri-visceral cavity** يُوَسِّد أعضاء الجسم ويحتويها (والحيوانات المعقّدة كالبشر قد تتضمّن تجاويف أخرى أصغر حجماً). أما طبيعتها الدقيقة فتتفاوت، ولكنها في معظم الحيوانات إما **جوف عام** أو **جوف دموي**. والجوف العام يلعب دوراً مهماً وحيوياً في حركة الحيوانات ذات الأجسام الملساء، مشكلاً «كيساً» لا ينضغط تستند عليه العضلات. مثل هذا النظام يعرف باسم **الهيكل المائي الساكن**.

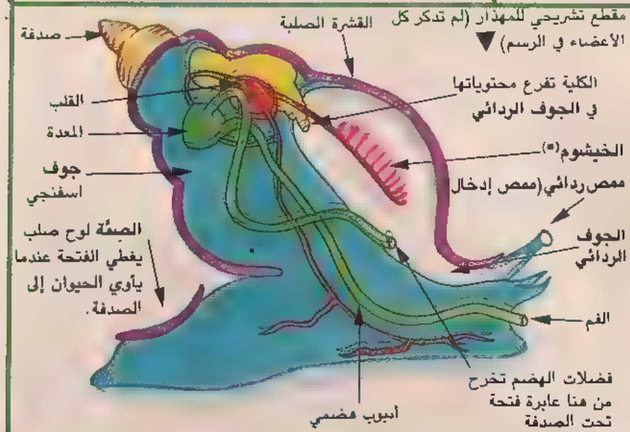




• **الجَوْف العام coelom**. الجوف الحشوي الرئيسي لدى الديدان العليا **وشوكيات الجلد**(*) **echinoderms كنجمة البحر والفقاريات**(*) **vertebrates** كالطيور. وهو مملوء بسائل لِتَوْسيد الأعضاء، ومحاط بغشاء رقيق يبطن جدار الجسم يعرف باسم **الصِّفاق peritoneum**. وفي الحيوانات الدنيا كالعديد من الديدان، يسهم الجوف العام في عملية الإفراغ. فأعضاء الإفراغ، **وهي الكليوتان**(*)، تتصل بالجوف العام وتبعد منه الفضلات السائلة التي تنزّ فيه. بيد أن للحيوانات العليا أعضاء أكثر تعقيداً تضطلع بهذه الوظائف.

• **الجَوْف الدموي haemocoel**. الجوف الحشوي الرئيسي المملوء بسائل عند **مَفْصليات الأرجل**(*) **arthropods** كالحشرات، وعند **الرّخْويات**(*) **molluscs** كالبزاق. والجوف عند الرّخْويات هو أقرب إلى أن يكون شبكة إسفنجية من النسيج من كونه جوفاً حقيقياً، وهو يختلف عن الجوف العام باحتوائه على الدم. فهو جزء ممتد من الجهاز الدموي يدور عبره الدم. وقد يلعب عند بعض الحيوانات دوراً في عملية الإفراغ. ففي الحشرات مثلاً يَنِزُّ الماء والفضلات السائلة فيه فتخرجها **النُّبَيْبات الملبيغية**(*) **Malpighian tubules**.

• **الجوف الرِّدائي mantle cavity**. جوف الجسم عند الرخويات(*) ذات القوقعة كالبزّاق، ويقع بين **الرداء mantle** (وهو طبقة جلدية تبطّن القوقعة) وبقية أجزاء الجسم. وتعبر فضلات الهضم والإفرازات إليه في طريقها إلى خارج الجسم. وفي الرخويات المائية، يحمل الجوف الردائي أيضاً **الخياشيم**(*) **gills**، أما عند بزاق اليابسة فهو يقوم بدور الرئة.



(*) الأنابيب الملبيغية 45 ثقب الكليوة 45 الخيشوم 44 الرخويات 112· شوكيات الجلد 113· كتب رئوية 44 مَثْعَبٌ شهيقي 44

كُسى أجسام الحيوانات

تكسو كل أجسام الحيوان طبقة خارجية أو «جلد»، فضلاً عن غطاء إضافي متنوع. وفي حالات عديدة يكون الجلد مؤلَّفاً من عدة طبقات (كجلد الإنسان ـ أنظر الصفحتين 82 و 83)، فيما يكون ناعماً عند أكثر الحيوانات العليا كالشعر أو الفرو أو الريش. أما الأغطية الصلبة كالأصداف فغالباً ما تكون موجودة عند الحيوانات الدنيا لتشكل بالنسبة إليها أطرا داعمة في حال عدم وجود **هيكل داخلي endoskeleton** عندها. وفي هذه الحالات يسمى الغطاء **الهيكل الخارجي exoskeleton**. في ما يلي ندرج بعض أنواع الأغطية الرئيسية.

• **القُشَيْرة cuticle**. طبقة خارجية غير حية صامدة للماء عند كثير من الحيوانات يفرزها الجلد. وعند معظم الحيوانات ذات الأجسام الناعمة، تتصلب القشيرة لتشكِّل **الهَيْكَل الخارجي exoskeleton** كقشور السرطان وكذلك «الكساء» الخارجي القاسي لبعض الحشرات. ويستخدم مصطلح قشيرة غالباً لوصف «كسوة» الحشرة. والقشيرة مركبة من مادة سكرية (**كيتين chitin**) وبروتين قاس (**سكليروتين sclerotin**). وهي مؤلفة من **صفائح صلبة sclerites**، أي من قطع منفصلة تصل ما بينها مناطق مرنة ضيقة. وعند بعض الحيوانات كدودة الأرض تبقى القشيرة غطاء ناعماً ذا طبيعة شمعية.



• **الدرع carapace**. قوقعة تشبه الدرع عند السرطان أو السلحفاة. عند السلاحف، يتكون الدرع من صفائح عظمية ملتحمة معاً تحت جلد قرني، ولكنها عند السرطان ليست سوى قشيرة متصلبة.



• **السّنَيْنَات denticles** أو **الحراشف الصفيحيَّة placoid scales**. صفائح حادة متجهة إلى الخلف تغطي أجسام الأسماك الغضروفية كالشفنين البحري ray. وهي أشبه بأسنان نامية من الجلد خلافاً **للحراشف**

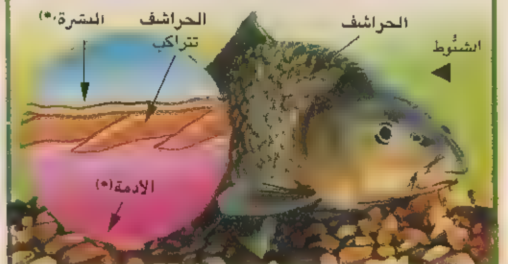


• **الجناحان الغمديَّان elytra**. زوج الجناحين الأماميين عند الخنفساء وبعض أنواع البق، وقد تحوّرا إلى قشرة قاسية تغطي زوج الجناحين الخلفيين المستخدمين في الطيران.



• **الدرقة scutum** أيُّ صفيحة خارجية كبيرة صلبة، وخصوصاً تلك التي توجد عند الجانب الباطن من الأفاعي، وتستخدم في الحركة.

• **الحَراشِف scales**. هناك نوعان مختلفان من الحراشف. حراشف الأسماك العظمية كسمك الكارب carp، وهي صفائح عظمية صغيرة في الغالب تقع داخل الجلد. والحراشف التي تغطي أطراف العديد من **الزواحف**(*) **reptiles**، وهي عبارة عن مناطق جلدية غليظة.

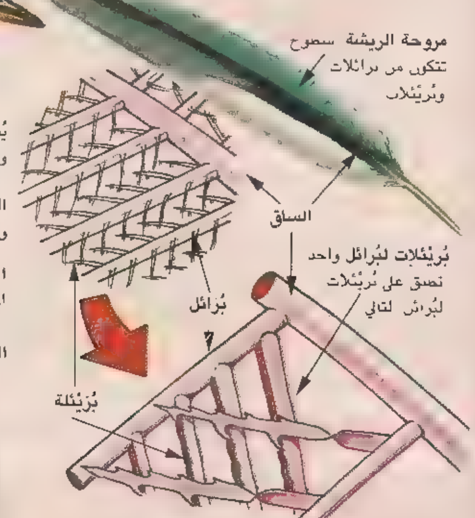


(*) الأدمة 82· البشرة 82 الحرشفيَّات العظميّة الزواحف 113· صفيحيات الخياشيم 113 الطبقة القرنية 82

الــريــش

تتكوَّن الطبقة الصامدة للماء التي تغطّي أجسام الطيور من **الرِّيش feathers** والريشة عبارة عن بنية خفيفة مكونة من مادة ليفية قرنية تدعى **الكيراتين keratine**. ولكل ريشة **ساق shaft** (أو **زَنْد rachis**) محورية تنبثق منها خيوط رفيعة تسمى **البُرَائِل barbs**. وتتمتع بُرَائل **الريش الكفافي con-tour feathers** ـ أي مجمل الريش ما عدا **الرِّيش الزغابي** أو **السفلي down feathers** ـ بخيوط دقيقة تسمَّى **بُرَيْئلات barbules**. وكشعر الجسم فإن للريش أطرافاً عصبية متصلة به، فضلاً عن عضلات تنفشه فتدخل الهواء إليه لحفظ الحرارة (أنظر **العَضَلات ناصِبَة الشَّعْر**، ص 82).









• **ريشُ الطيران remiges** (مفردها **remix**) أو **flight feather**. هو الريش الموجود في جناحي الطير ويتألف من **الريش الأولي** أو **الأوليات primaries** والريش الثانوي الأقصر أو **الثانويات secondaries**.

• **الريش السفلي down feathers** أو **الزُّغَابات plumules**. ريش منفوش خفيف ومؤقت موجود عند الطيور الصغيرة اليافعة، وهو ذو **بُرائل** مرنة ولكن ليس فيه **بُرَيْئلات** حقيقية. ويحتفظ بعض أنواع الطيور البالغة ببعض الريش السفلي بمثابة طبقة عازلة قريبة من الجلد.

• **جُرَيْبات الريش feather follicles**. جُرَيْبات صغيرة في جلد الطيور. تخرج من كل جُرَيْب ريشة واحدة، كما تخرج الشعرة من **جُرَيْب الشعر**(*). تنمو الخلايا الموجودة عند قاعدة الجريب نحو الأعلى وإلى الخارج لتشكِّل الريشة، ثم تموت فتتصلب وتقسو.

(*) جريبات الشعر 82

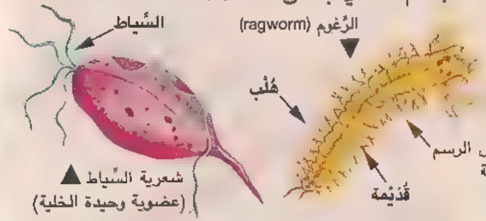
حركــة الحيــوانات

تتسم معظم الحيوانات بالقدرة على الحركة من مكان إلى مكان آخر (تنقل locomotion) في أحد أطوار حياتها على الأقل (في حين أن النبات لا يحرِّك إلابعض أعضائه -أنظرمادة الانتحاء، ص 23). وأجزاء الحيوانات المتحركة تتباين عظيم التباين. فالعديد من الحيوانات يملك جهازاً عظمياً وعضلياً مشابهاً لجهاز الإنسان (أنظر الصفحات 55-50). في ما يلي بعض الأجزاء المختصة بالحركة عند الحيوان.

حركة الحيوانات البسيطة

• **الأهداب cilia**. «شُعَيْرات» دقيقة موجودة على السطوح الخارجية لكثير من العضويات الدقيقة. وهي تتحرَّك إلى الأمام وإلى الوراء لإحداث الحركة. كما توجد الأهداب أيضاً في بطانات الممرات الداخلية للحيوانات الأكثر تعقيداً، وخصوصاً القصبات مثل الممرات الهوائية عند الإنسان (ومهمتها التقاط الأجسام الغريبة).

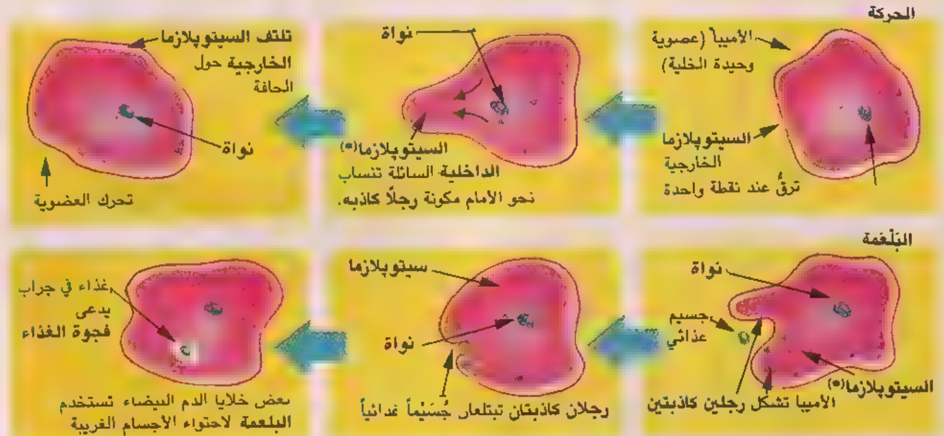
• **القُدَيْمَات parapodia**. (مفردها قُدَيْمَة parapodium) نتوءات مزدوجة من جوانب العديد من الديدان المائية تستخدم في الحركة. وعند طرف كل قُدَيْمة توجد حزمة من **الهُلْب chaetae**، ويمكن للهُلْب أيضاً أن تغطي الجسم كله في بعض الحالات.



• **السِّياط flagella** (مفردها سَوْط flagellum). أي خيط رفيع دقيق وخصوصاً ذلك الذي يبرز من سطح عديد من العضويات وحيدات الخلية. وتحدث السياط الحركة حين تموج إلى الوراء وإلى الأمام، وتسمّى العضوية ذات السياط **السَّوْطِيَّة flagellate**.



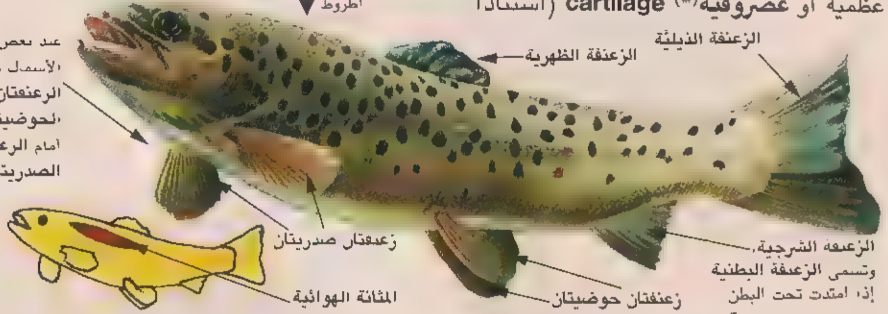
• **الرِّجْل الكاذِبَة pseudopodium**. امتداد للمادة الخلوية أو **السيتوبلازما(*) cytoplasma** في عضوية وحيدة الخلية. ومثل هذه الامتدادات تتشكل إما لتمكين العضوية من التحرك أو لمحاصرة جُسَيْم غذائي وابتلاعه وهو ما يسمى **البَلْعَمَة phagocytosis**.



(*) السيتوبلازما، النواة 10؛ الفجوة القالصة 45

الحيوانات السابحة

• **الزَّعانف fins**. أجزاء متخصِّصة ناتئة من جسم السمكة تستعمل للتوازن ولتغيير الاتجاه. وتدعم الزَّعانف **شعاعات rays** - وهي عُصَيَّات عظميَّة أو **غضروفية(*) cartilage** (استناداً إلى صفّ السمكة، أنظر ص 113). وللأسماك مجموعتان من الزعانف هما **الزعانف المتوسطة** و**الزعانف المزدوجة**.



• **المثانة الهوائية air bladder** أو **swim bladder**. جراب مملوء بالهواء موجود في جسم معظم الأسماك العظمية (**صف العظميات(*) osteichthyes**). فالسمكة تغيِّر كمية الهواء داخل المثانة بحسب العُمق الذي تسبح فيه، فتحافظ على بقاء كثافتها مساوية لكثافة الماء فلا تغوص إذا ما توقفت عن السباحة.

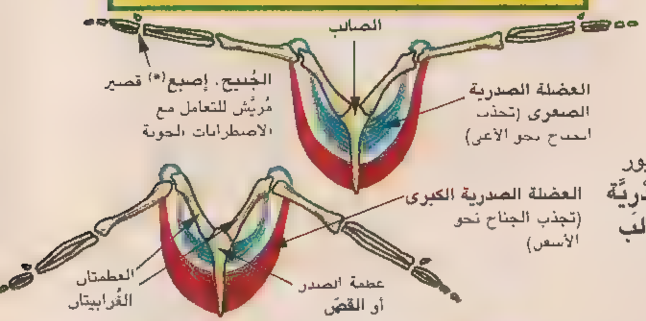
• **الزعانف المتوسِّطة median fins**. الزعانف التي تتوزع على طول ظهر السمكة وبطنها. وفي بعض الأسماك، كالأنْقليس، تشكل زعنفة واحدة طويلة. ولكنها تنقسم عند معظم الأسماك إلى زعانف **ظهرية dorsal** و**ذيلية caudal** و**شرجية anal** (أو **بطنية ventral**). تضبط الزعنفتان الظهرية والشرجية تغيير الاتجاه، أما الذيليّة فتساعد في دفع السمكة في المياه.

• **الزعانف المزدوجة paired fins**. زعانف السمكة التي تبرز من جانبيها أزواجاً، وهما: **الزعنفتان الصدريتان والزعنفتان الحوضيتان**، ويكمن دورها في ضبط الحركة صعوداً أو هبوطاً.

> **المُتوسِّطة median** أو **medial** تعني الواقعة على الخط الفاصل بين الجنبين الأيسر والأيمن.
> **الظهرية dorsal** تعني على الظهر أو السطح العلوي.
> **الذيلية caudal** تعني الذيلية أو الخلفية.
> **المذَيَّل caudate** تعني امتلاك ذيل.
> **البطنية ventral** تعني الأمامية أو التحتية.

الحيوانات الطائرة

• **العَضَلتان الصَّدْريتان pectoralis muscles** زوج من العضلات الصدرية الكبيرة الموجودة عند معظم **الثَّدْييات(*) mammals**، ولكنهما متطورتان عند الطيور خصوصاً. لكل جناح **صَدْريَّة كبرى وصَدْريَّة صغرى** متصلتان عند طرف واحد **بالصَّالِب keel** وهو امتداد كبير لعظمة الصدر.



الحيوانات الماشية



• **حافري المشية unguligrade**. تسير على حوافر مثل الحصان.



• **إصْبَعي المشية digitigrade**. يسير على باطن أطراف السيقان (الكلاب).

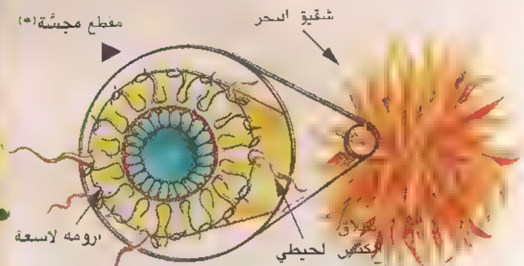


• **أخْمَصي المشية plantigrade**. يسير على باطن كل القدم (الإنسان).

(*) الثدييات، العظميات 113؛ السلاميات 51؛ الغضروف 53

اغتذاء الحيوانات

تتغذّى الحيوانات بطرق مختلفة وبواسطة أعضاء مختلفة. ولبعضها إواليات داخلية متخصِّصة تتعامل بها مع الغذاء (ولبعضها الآخر أجهزة هضمية digestive systems شبيهة بجهاز الإنسان، أنظر ص 66-76). في ما يلي بعض أجزاء الأجسام الحيوانية التي تشترك في عملية الاغتذاء والهضم.



• **الأرومات اللاسعة cnidoblasts** أو **الخلايا الخيطية thread cells**. خلايا خاصة موجودة بأعداد كبيرة على **مجسّات**(*) **tentacles** **معائيات الجوف**(*) **coelenterates** كشقيق البحر، وتستخدم في التقاط الغذاء. تحتوي كل خلية على **كيس خيطي nematocyst**، وحين تلامس المجسّة شيئاً ما تنطلق الخيوط لتلتصق به أو للسعه.



• **الفاصل diastema** (جمعها **diastemata**). فجوة بين الأسنان الأمامية والخلفية عند كثير من الحيوانات العاشبة. وهو هام عند القوارض خاصة، تستخدمه بجذب خديها إلى الداخل بحيث لا تبتلع المواد التي تقرضها.

• **الأسنان اللاحمة carnassial teeth**. **النّاجذ**(*) **premolar** الأعلى الثاني **والرَّحى**(*) **molar** الأولى السفلية اللذان تستخدمها الحيوانات المفترسة لتمزيق اللحم وسحق العظام.

• **المِقْتات radula**. لسان قرني عند عديد من **الرَّخويات**(*) **molluscs** كالبزّاق. وهو مغطى بأسنان دقيقة تستخدم في بَرْد الغذاء.

أقسام الفم عند مفصليات الأرجل

يتكوّن الفم عند **مفصليات الأرجل**(*) **arthropods**، كالحشرات، من أقسام عدة مختلفة. وقد تبدو هذه الأقسام شديدة الاختلاف اعتماداً على طريقة اغتذاء الحيوان. أقسام الفم الأساسية عند كافة الحشرات هي: **الفك السفلي mandible** و**الفك العلوي maxilla** و **الشفة العليا labrum** و **الشفة السفلى labium**. يوجد الفكان العلوي والسفلي عند العديد من المفَصليّات الأخرى كالسرطان ومئوي الأرجل (بعض هذه المفصليات لديها زوجان من الفكوك العلوية).



تتلاءم الفكوك العليا للفراشات والعُث وما شابهها من الحشرات مع بعضها لتشكل أنبوباً ماصاً يسمى الخرطوم



حزّة تُسمى قصيبة كاذبة



الشفة السفلى عند ذبابة البيت عبارة عن عضو ممتد ماص

• **الاغتذاء بالتصفية filter-feeding**. «غربلة» الغذاء من الماء التي يُمارسها العديد من الحيوانات المائية. فالإوز البحري مثلاً، يغربل العضويات الدقيقة أو **العوالق**(*) **plankton**، بواسطة أذرع تُسَمَّى **الغذَبات cirri**. وبعض الحيتان يستخدم صفيحات قرنية تتدلى من الفك الأعلى وتسمى **البلين baleen**، أو **العظمة الحوتية whalebone**، لغربلة حيوانات صغيرة قريدسية الشكل **(كريل)**.



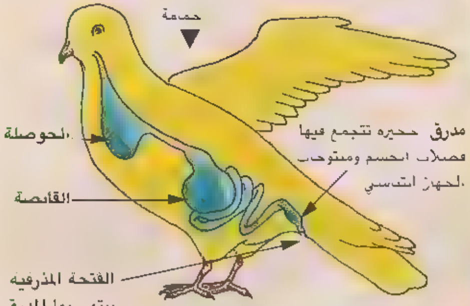




(*) الرحى 57، الرخويات 112، العوالق 114، المجسّات 47، مفصليات الأرجل 112، النواجذ 57

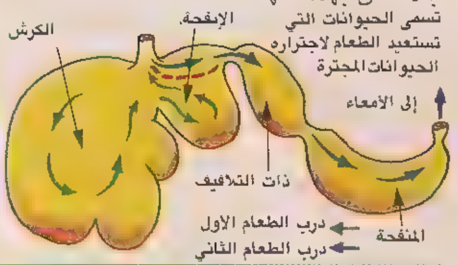
البُنَى الهضمية

• **الحوصلة crop**. جيب رقيق الجدران يشكل جزءاً من **المريء**(*) **oesophagus** عند الطيور، وتوجد أيضاً بنية شبيهة بالحوصلة عند بعض الديدان (كدودة الأرض) والحشرات (كالجُنْدُب). ويُخزَّن الطعام في الحوصلة قبل توجهه إلى **القانصة**.



• **القانصة gizzard**. جيب عضلي سميك الجدران يقع في أسفل **المريء** لدى الحيوانات ذات **الحوصلة**. فهذه الحيوانات لا أسنان لها ولذلك يُطحن الطعام في القانصة. وتبتلع الطيور بعض الحصى لتقوم بدور حجر الرحى، أما الحيوانات الأخرى فتقوم جدران القانصة العضلية أو البنى الناتئة منها الشبيهة بالأسنان بهذه المهمة.





• **الكِرْش rumen**. التجويف الكبير الأول من «المعدة» المركبة عند بعض الحيوانات **الثديية**(*) **mammals** العاشبة (كالبقر)، الذي يدخله الطعام غير ممضوغ. ويحتوي الكرش على بكتيريا بإمكانها تحليل **السليلوز**(*) **cellulose**. تخرج الحيوانات الأخرى هذه المادة مع البراز، ولكن العاشبات لا تحتمل القيام بذلك. لأن السليلوز يشكل مجمل غذائها (العشب). أما الغذاء نصف المهضوم الذي سبق له أن عولج في التجويف الثاني أو**الإنْفَحة reticulum**، فيعود ثانية إلى الفم ليُجْتَر. وحين يُبتلع ثانية فإنه يتجاوز التجويفين الأولين (الكرش والإنفحة) ليعالج في التجويفين الثالث **(ذات التلافيف omasum)** والرابع (**المَنْفَحة abomasum**)، اللذين يشكلان **المعدة الحقيقية**.

• **الأعور caecum**. أي كيس مسدود في الجسم وخصوصاً ذاك الذي يشكل جزءاً من جهاز هضمي. ويشكل عند بعض الحيوانات، كالأرنب مثلاً، موقعا لمرحلة مهمة من مراحل الهضم (تشتمل على تفكيك **السليلوز**(*) بالبكتيريا - أنظر **الكرش rumen**). وليس للأعور وظيفة واضحة عند كائنات أخرى كالإنسان (أنظر **الأمعاء الغليظة**(*) **large intestine**).

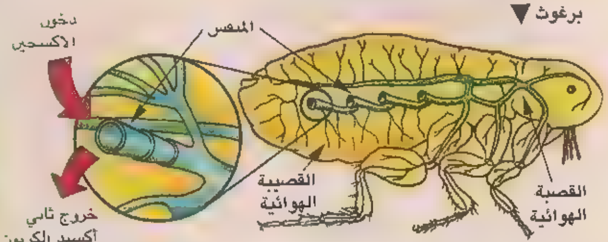
(*) الثديات، راسيات الارجل 113 السليلوز 10 (الجدار الحلوي)، المجسّ 46 المريء 66 المعى الغليظ 67

تنفس الحيوانات

تتألف عملية التنفُّس المعقدة من عدد من المراحل (أنظر مقدمة ص 70). وبشكل أساسي فإن الأكسجين يدخل إلى الجسم فتستعمله خلاياه في تفكيك الغذاء، فيما يُزفر ثاني أكسيد الكربون من الخلايا والجسم. في ما يلي أدناه بعض أعضاء التنفس الرئيسية عند الحيوان.

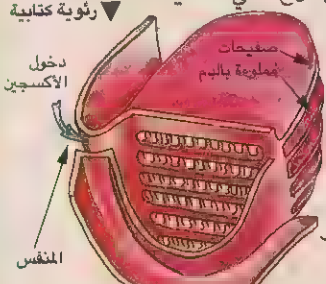
- **المَنْفَس spiracle**. أي فتحة يجري عبرها تبادل غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون (مثل منفس الحوت blowhole). وهذا المصطلح يستخدم تخصيصاً للدلالة على أي ثقوب دقيقة (كما يسمى أيضاً ثغيرة stigma) في مفصليات الأرجل(*) arthropods، كالحشرات.

برغوث ▼



- **القصبات الهوائية tracheae**. أنابيب رفيعة تمتد من المنافس spiracles عند مفصليات الأرجل(*) arthropods (كما عند كل الحشرات والعناكب الأكثر تطوراً). وتشكّل شبكة داخلية تتفرع غالباً إلى أنابيب أضيق تعرف باسم **القُصَيْبات tracheoles**. يمر الأكسجين المستنشق من الهواء عبر جدران الأنبوب إلى خلايا الجسم، ويخرج ثاني أكسيد الكربون منه.

رئوية كتابية ▼



- **الرئات الكتابية book lungs**. أعضاء تنفسية مزدوجة موجودة لدى العقارب (التي لها أربعة أزواج) ولدى بعض العناكب غير المتطورة (التي لها زوج أو زوجان). يحتوي كل زوج على صفيحات نسيجية عديدة مملوءة بالدم ومرتبة مثل صفحات الكتاب. يندفع الأكسجين عبر شقوق (منافس)، شقّ لكل رئة كتابية، فيمتصه الدم الموجود فيها، فيما يخرج ثاني أكسيد الكربون بالطريقة ذاتها عكسياً.

الخياشيم

الخياشيم gills أو **branchiae**. أعضاء التنفس عند معظم الحيوانات المائية، وتحتوي على العديد من الأوعية الدموية. فالأكسجين يُمتَصّ من الماء العابر في الخياشيم فيذهب إلى الدم. أما ثاني اكسيد الكربون فيمر بطريقة عكسية. وثمة نوعان من الخياشيم هما: خياشيم **داخلية internal** وخياشيم **خارجية external**.

التنفس بواسطة الخياشيم



- **المَمَصّ siphon**. أنبوب يدخل الماء إلى الخياشيم **(ممصّ شهيقي inhalant siphon)** أو يخرجه منها **(ممصّ زفيري exhalant siphon)** عند العديد من الحيوانات المائية الدنيا (أنظر الصورة، ص 37). يطلق على الممص الزفيري عند **رَأْسِيَّات الأرجل(*) cephalopods** (كالأخطبوط) اسم **هيبونوم(*) hyponome**.

(*) رأسيات الأرجل 112 مفصليات الأرجل، هيبونوم 47



- **الخياشيم الداخلية internal gills**. أشكال من الخياشيم داخل أجسام مختلف الأسماك ومعظم **الرخويات(*) molluscs** كالبطلينوس **والقشريات(*) crustaceans** كالسرطان. ولمعظم الأسماك أربعة أزواج خياشيم بينها أقنية تسمى **شقوقاً خيشومية gill slits**. وعند الأسماك الأكثر تطوراً تكون الخياشيم مغطاة **بطيَّة** تسمى **صمَّة operculum**. أما الأسماك البدائية فتنتهي خياشيمها بفتحات في الجلد على جانبي الرأس. ويتألف كل خيشوم من قضيب منحن يسمى **قضيب الخيشوم** مغطى **بشعيرات خيشومية** دقيقة عديدة تنبت منها **رقائق** بشكل شعاعي. وكل هذه البنى تحتوي على أوعية دموية.

- **الخياشيم الخارجية external gills**. توجد خارج الجسم عند معظم الأسماك **والبرمائيات(*)** وذلك في أطوارها اليافعة الأولى، كما توجد عند بعض البرمائيات البالغة والأطوار المائية اليافعة عند بعض الحشرات (**يرقات(*) larvae** ذبابة الكاديس **وحَوْريات(*) nymphs** ذبابة أيار). أما شكل الخيشوم الخارجي الصحيح فيعتمد على نوع الحيوان، ولكنه في حالات عديدة ليس سوى نماء «هدبي» في الرأس.

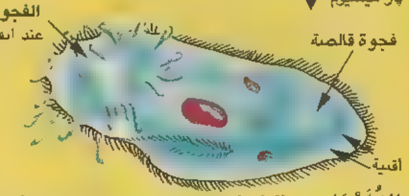


الإفراغ عند الحيوانات

- **الإفراغ excretion** أو التخلص من المواد المائعة أمر حيوي بالنسبة إلى الحياة. فهو وسيلة للتخلص من مواد مضرة وللحفاظ على حالة توازن سوائل الجسم (أنظر **الاستتباب homeostasis** ص 105).

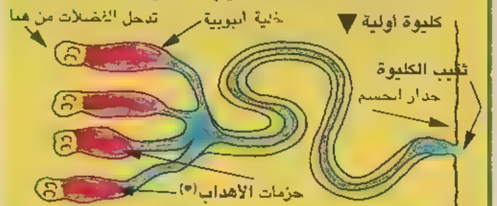
- **الفجوات القالصة contractile vacuoles**. أكياس دقيقة لضبط الماء في عضويات الماء العذبة وحيدة الخلية. يدخل الماء الفائض إلى الفجوة عبر أقنية عديدة منتظمة حولها. وعندما تمتلىء الفجوة تماماً تتقلص فتنفجر قاذفة بالماء الذي يخترق الغشاء الخلوي إلى الخارج.

باراميسيوم ▼



- **الكُلَيْوَات nephridia** (مفردها **nephridium**). أنابيب تجمع الفضلات في العديد من الديدان **ويرقات(*) larvae** الكثير من **الرخويات(*)**. أما في الديدان العليا فتجمع الفضلات في **الجوف العام(*) coelom** (الصورة ص 37). وللديدان الدنيا ويرقات الرخويات كليوات أكثر بدائية تسمى **كليوات أولية protonephridia**. تدخلها الفضلات السائلة عبر خلايا لَهَبِيَّة جوفاء **(خلايا أنبوبية solenocytes)** تحتوي على أهداب(*) كالشعيرات. وفي كلا الكليوة والكليوة الأولية تذهب الفضلات عبر **ثقب الكليوة**.

كليوة أولية ▼



- **نُبَيْبات ملبيغي Malpighian tubules**. أنابيب طويلة عند **مفصليات الأرجل(*)** كالحشرات، تحمل الفضلات الذائبة من **فجوة الجسم(*) haemocoel** الرئيسية إلى المعي الخلفي. أنظر الصورة ص 37.

(*) الأهداب 40 البرمائيات 113، الجوف العام 37: الحوراء 49، الرخويات 112: العلائق 114: القشريات 112، اليرقة 49

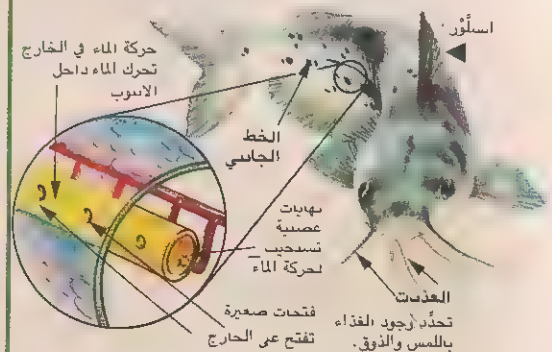
حواس الحيوانات واتصالها

تظهر جميع الحيوانات بعض **الحساسية sensitivity** (أو **الاهتياج irritability**)، أي الاستجابة للمحفزات الخارجية كالضوء والاهتزازات الصوتية. ويمتاز الانسان بمستوى رفيع من التطور الحسي الكلي، بيد أن الحس الفردي عند الحيوانات الأخرى قد يكون أفضل تطوراً (النظر الحاد مثلاً عند العقاب). ندرج فيما يلي بعض أعضاء الحس الرئيسية لدى الحيوان (وأقسامها).

فالأقسام المستجيبة تبعث «رسائل» (نبضات عصبية) إلى الدماغ (أو المركز العصبي الأشد بداءة) الذي سرعان ما يبدأ الاستجابة ورد الفعل.

السمع والتوازن

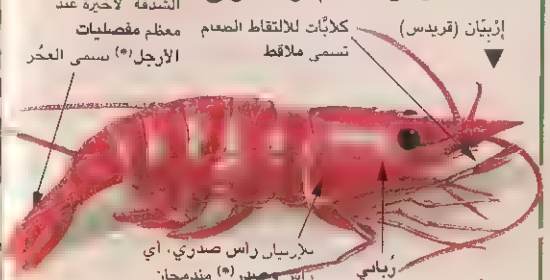
• **الخطان الجانبيان lateral lines**. أنبوبان مملوءان بالماء يمتدان على طول جانبي الجسم تحت الجلد مباشرة. وهما موجودان عند كل أنواع السمك، وكذلك عند **البرمائيات**(*) **amphibians** التي تمضي معظم وقتها في الماء كبعض أنواع العُلْجوم. وهما يساعدان الحيوان على تتبع التيارات المائية وتغيرات الضغط بما يسمح له بالاهتداء إلى طريقة.



• **الأعضاء الطبلية tympanal organs** أو **الطبلات tympani**. كواشف للصوت توجد عادة في أسفل الجسم، أو في الأرجل عند بعض الحشرات كالصرصار، أو في الرأس عند بعض **البرمائيات**(*) كالضفادع. والطبلة كيس هوائي مغطى بطبقة نسيجية رقيقة. وتستجيب الألياف الحسية في هذه الأعضاء للصوت عالي التردد.

• **أكياس التوازن statocysts**. أعضاء توازن صغيرة موجودة عند كثير من **اللافقاريات**(*) المائية كقنديل البحر، تحتوي على جُسَيمات صغيرة تسمى **حصوات التوازن statoliths** وهي جسيمات رملية. فعندما يتحرك الحيوان تتحرك الحصوات مثيرة الخلايا الحسية التي تستجيب بدورها.

اللمس والشم والذوق



• **الزُبَاني antenna**. أعضاء حسّ ذات شكل سوطي تتصل بالرأس عند الحشرات **وكثيرات الأرجل**(*) **myriapods** (كمئويات الأرجل وألفيات الأرجل) **والقشريات**(*) **crustaceans** كالإرْبيَان أو القريْدس. تحمل الحشرات وكثيرات الأرجل زوجاً واحداً من الزبانيات، أما القشريات فتحمل زوجين. وهي تستجيب للمس وتغيرات الحرارة والمواد الكيميائية (ذات «الرائحة» أو «الطعم»). وقد يستعملها بعض القشريات للسباحة أو للتعلق بالأشياء والحيوانات الأخرى.



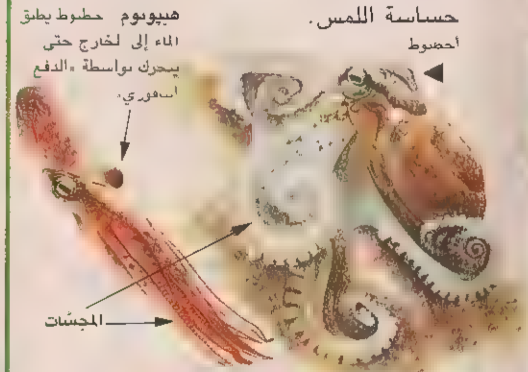
• **المحَسَّات palps** أو اللامسات. أقسام بارزة من الفم عند **مفصليات الأرجل**(*) **arthropods** كالحشرات تستجيب للمواد الكيميائية (التي تعطي «رائحة» و «طعماً»). ويطلق المصطلح أيضاً على كل أنواع الأعضاء المختصة باللمس.

الاتصـــال

• **الفيرومون pheromone**. أيّ مادة كيميائية يفرزها حيوان فتحدث استجابةً عند أفراد آخرين من النوع نفسه، كالمواد الجاذبة جنسياً التي ينتجها العديد من الحشرات.

• **المِصْفَار syrinx**. عضو الصوت عند الطيور يشبه **الحنجرة**(*) **larynx**، إلا أنه موجود في قاعدة الأنبوب الهوائي.

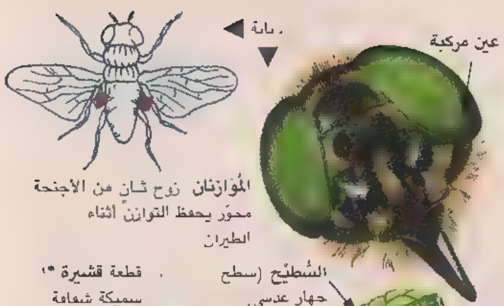
• **الخطّارات vibrissae** أو الشوارب **whiskers**. شعر قاس متصب يوجد على وجوه الكثير من **الثدييات**(*) **mammals** كشوارب القطط حول أنوفها. والخطارات حساسة اللمس.

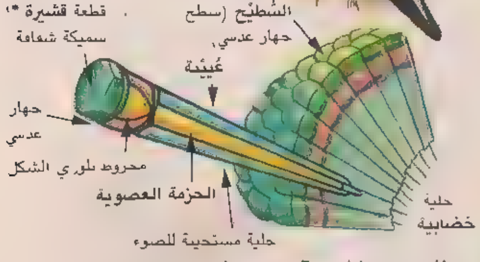


• **المجَسَّات tentacles**. أجسام ناتئة طويلة توجد عند العديد من **الرخويات**(*) **molluscs** كالأخطبوطات **ومعائيات الجوف**(*) **coelenterates** كقناديل البحر. تستخدم في معظم الحالات للقبض على الغذاء أو التحسُّس، مع أن للمِجَسَّيْن القصيرين من زوجي المجسات الموجودين عند البزاق البري عينان عند طرفهما.

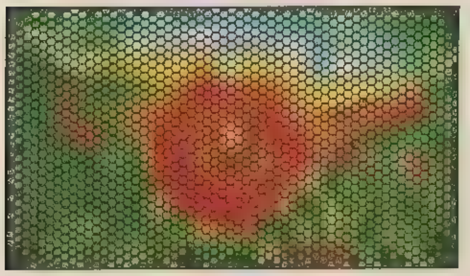
• **الهُلْب setae**. شعر رفيع قاس ينبت من الجلد عند العديد من **اللافقاريات**(*) **invertebrates** كالحشرات. وعند منابت الهلب توجد أعصاب تستجيب لحركة الهواء أو الاهتزازات.

البصـــر





• **العيون المركبة compound eyes**. عيون خاصة موجودة لدى العديد من الحشرات وبعض **مفصليات الأرجل**(*) الأخرى، كالسرطان. وتحتوي كل عين مركبة على مئات الوحدات البصرية المنفصلة التي تسمى **العُيَيْنات ommatidia** (مفردها **عُيَيْنَة ommatidium**). وفي كل عُيَيْنة جهاز عدسي



منظر زهرة من عين مركبة (صورة فسيفسائية)

خارجي «يحني» الضوء أو يكسره على **حزمة عَصَوِيّة rhabdom**، وهي قضيب شفاف مُحاطٌ بخلايا تستجيب للضوء.

بعد الحصول على المعلومات من جميع العُيَيْنات (لكل عُيَيْنَة زاوية بصرية مختلفة قليلاً ويمكنها تسجيل شدة ضوئية مختلفة أو لون مختلف)، يجمع الدماغ **صورة فسيفسائية mosaic image** متكاملة. وهي كافية لاحتياجات الحيوان، بيد أنها ليست واضحة كتلك التي تعكسها عين الإنسان.

تناسل الحيوانات

التكاثر أو التناسل reproduction هو خلق حياة جديدة. والحيوانات بمعظمها تتناسل بواسطة التكاثر الجنسي(*) sexual reproduction وهو اتحاد خلية الأنثى الجنسية وتسمى **البويضة** ovum مع خلية الذكر الجنسية أو **الحُيَيْون المنوي** sperm في ما يلي أدناه مصطلحات رئيسية تتصل بعمليات التكاثر عند الحيوانات

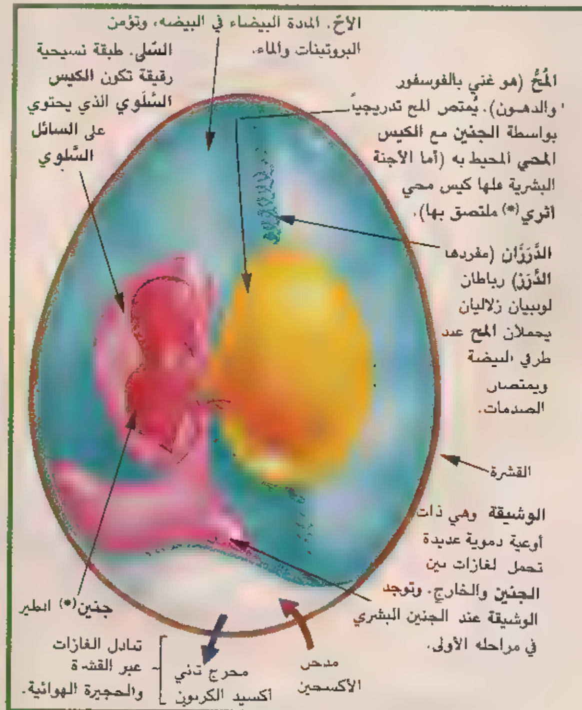

فأر الحقل

• **الوَلُودة** viviparous. مصطلح لوصف حيوانات (كالإنسان) يتم عندها اتحاد خليتي الأنثى والذكر الجنسيتين (**الإخصاب** fertilization) وكذلك نمو **الجنين**(*) embryo في داخل جسم الأنثى (والإخصاب في هذه الحالة هو **إخصاب داخلي**)، ويولد المولود حياً.



• **البَيُوضة** oviparous. مصطلح لوصف حيوانات ينمو جنينها(*) ويتطور في داخل بيضة تضعها الأنثى. وفي بعض الحالات كما هو عند الطيور تتحد خلايا الجنس الذكرية والانثوية داخل جسم الانثى (**إخصاب داخلي**) بحيث تحتوي البيضة على الجنين عند وضعها. وفي حالات أخرى كما هو الأمر لدى العديد من أنواع الأسماك تضع الأنثى عدداً كبيراً من البيوض، بحيث تحتوي كل بيضة على **بويضة** ovum واحدة، فيما يعمد الذكر إلى إطلاق حُيَيْوناته المنوية فتلقح البيوض. وهذا هو **الإخصاب الخارجي**.

• **البُيُوض** eggs. ثمة نوعان رئيسيان من البيوض. **البيوض الصلبة** cleidoic eggs وتضعها أكثرية أنواع الحيوانات البَيُوضة التي تعيش على اليابسة، كالطيور ومعظم **الزواحف**(*) reptiles، وكذلك بعض الحيوانات المائية كسمك القرش. مثل هذا النوع من البيوض يعزل **الجنين**(*) عن المحيط عزلاً تاماً، بحيث لا تسمح إلا للغازات بالدخول عبر مسام القشرة (تخزن الفضلات في البيضة). وهي تحتوي على كمية غذاء كافية (**المُحّ** yolk) لتطور الجنين بصورة كاملة، فيخرج بعدئذٍ نسخة مصغرة عن والديه. والنوع الثاني من البيوض تضعه أكثرية الحيوانات المائية (معظم أنواع السمك مثلاً)، وهو ذو غشاء خارجي طريّ يسمح بمرور الغازات والماء إلى الداخل والفضلات إلى الخارج. أما الوليد الخارج من البيضة فلا يكون كامل التطور والنمو بعد.



• **البوق** oviduct. أي أنبوب عند الإناث تنطلق عبره **البيوض** eggs أو **البويضات**. عند الإنسان يُكوِّن **أنبوبا فالوب**(*) و**الرَّحِم**(*) uterus و**المَهْبِل**(*) vagina البوق.

• **الأَشْرَة** ovipositor تمتد من الطرف الخلفي عند العديد من إناث الحشرات تسلكها البيوض إلى الخارج. وفي كثير من الحالات تكون طويلة وحادة بحيث تستخدم لثقب النسيج النباتي أو الحيواني قبل وضع البيوض.

• **كيس النطاف** spermatheca. كيس تخزن فيه **الحُيَيْونَات المنوية** في إناث العديد من **اللافقاريات**(*)، كالحشرات، وبعض **الفقاريات**(*) الدنيا كالسَّمندل المائي. فالأنثى تتلقَّى الحييونات وتخزنها حتى تصبح بويضاتها جاهزة للاتحاد معها (**الإخصاب**). وبعض الحيوانات **الخنثية** hermaphrodite (وهي حيوانات ذات أعضاء ذكرية وأنثوية معاً) كدودة الأرض، لها أكياس نِطاف. فهي تفرز حييونات أثناء التزاوج.

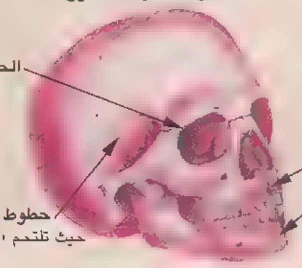


• **تحوّل الشكل** metamorphosis. يتخلل نمو بعض الحيوانات وتطورها أشكالاً انتقالية وسيطة تكون فيها مختلفة عن شكلها عند البلوغ. والتحول الشكلي هو سلسلة من التغيرات التي تنتج تحولاً جزئياً أو كاملاً من حالة يافعة إلى حالة بالغة. فكل الحشرات ومعظم **اللافقاريات**(*) البحرية وكذلك معظم **البرمائيات**(*) amphibians تخضع للتحول الشكلي وإن اختلفت درجته (ولكن الأشكال اليرقية الوسيطة مشتركة لديها جميعاً، كعدم وجود الرجلين عند **شرغوف** tadpoles الضفدع والعُلْجوم. يوجد أعلاه أمثلة على **التحول الشكلي** عند الحشرات، بنوعيه: **الكامل** complete و**الناقص** incomplete.

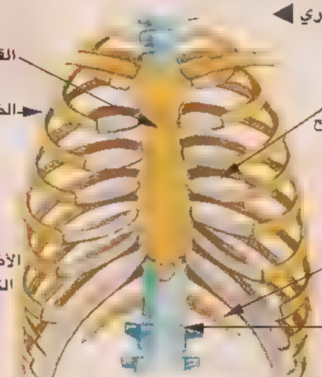
الهيكل العظمي

هيكل الإنسان skeleton إطار يتكوَّن من أكثر من 200 عظمة يحمي أعضاء الجسم (الأحشاء viscera) ويحملها ويُشكل القاعدة الصلبة التي ترتكز إليها العضلات أثناء حركتها.

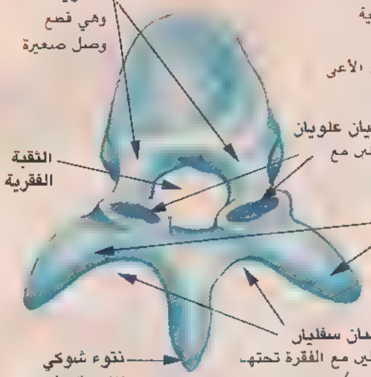
- **القحف cranium** أو **الجمجمة skull**. بنية عظمية تحمي الدماغ وأعضاء الوجه، وتتركّب من العظم القحفي **cranial bones** وعظام الوجه **facial bones**، التي يلتحم بعضها مع بعض في خطوط تُسمَّى **خطوط الدُّرز sutures**.



- **القفص الصدري rib cage**. قفص عظمي يكوِّن جدران الصدر **thorax** ويتألف من 12 زوجاً من الأضلاع وفقرات صدرية والقصّ. تتصل الضلوع بالقص بواسطة رباطات **غضروفية**(*) **cartilage** تسمى **الغضاريف الصدرية**. ولكن الأزواج السبعة الأولى فقط تتصل بالقص مباشرة، أما الأزواج الخمسة الأخيرة فتعتبر **أضلاعاً كاذبة**. وتتصل الأزواج الثلاثة العليا منها بالقص بصورة غير مباشرة، ويتصل الزوجان السفليان بالفقرة الصدرية من الخلف فحسب.



- **العمود الفقري vertebral column**. ويسمى أيضاً **العمود الشوكي spinal column** أو **الصُّلب spine** أو **backbone**. وهو سلسلة مرنة من 33 فقرة تحمي **النخاع الشوكي**(*) **spinal cord**، وتحمل الرأس، وتؤمن نقاط الاتصال للحوض **pelvis** والقفص الصدري.
- **الفقرات vertebrae**. عظام العمود الفقري وعددها 33 فقرة. والفقرة النموذجية تتكون من «قطعة غليظة» (مركز الفقرة **centrum** أو جسمها **body**) وعدة بروزات أو **نتوءات processes** (وهي معدَّدة أدناه)، وثقب رئيسي، **الثقبة الفقرية vertebral foramen**، (جمعها **foramina**). وتؤلف الثقوب مجتمعة **القناة الفقرية vertebral canal** التي يمر فيها **النخاع الشوكي**(*)

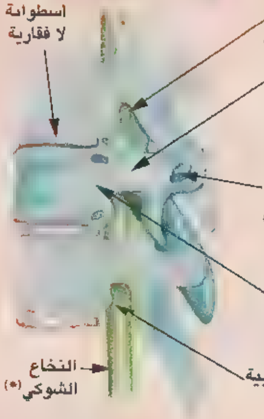


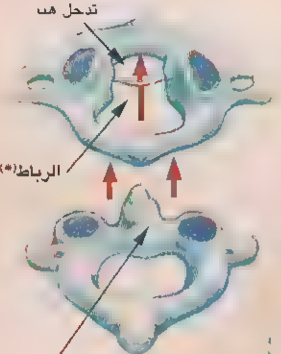
ويجد القارىء على الصفحة المقابلة أسماء الفقرات المختلفة. والفقرات الـ 24 العليا متحركة ويتصّل بعضها ببعض بواسطة **أسطوانات لافقارية invertebral discs** من **الغضروف**(*). أما الفقرات التسع السفلية فهي مندمجة معاً. ولكل الفقرات البنية النموذجية المبينة أعلاه، باستثناء الفقرتين العلويتين، **الفهقة atlas** و**المحور axis**. والفهقة (الفقرة العليا) ذات اتصال خاص **بالجمجمة** يسمح بحني الرأس، أما المحور (الثانية) فلها **وصلة سنية odontoid process** (أو **dens**) تصلها بالفهقة، مما يشكل **مفصلاً صائرياً pivot joint** يسمح للرأس بالاستدارة.

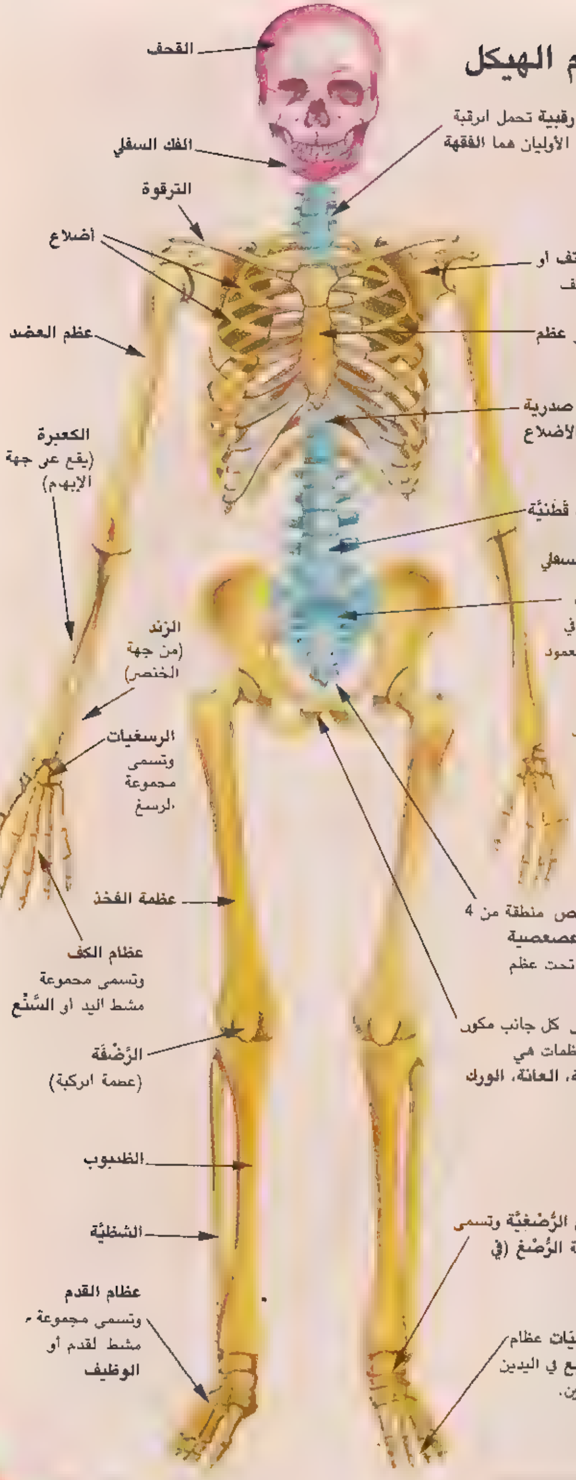
(*) الغضروف 53، النخاع الشوكي 74.

عظام الهيكل









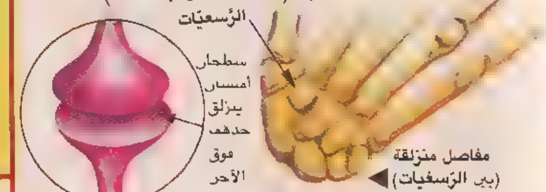
(*) الرباط 52، النخاع الشوكي 74

المفاصل والعظم

تتصل العظام ببعضها البعض بواسطة العديد من المفاصل **articulations** أو **joints**. بعضها مفاصل ثابتة **fixed joints** لا تتحرك كخطوط الدرز(*) **sutures** في الجمجمة. إلا أن معظم المفاصل متحركة الأمر الذي يتيح للجسم أن يكون مرناً. فيما يلي أهم المفاصل:



- **المفاصل الرزّيه (البَكَريّة) hinge joints**. هي تلك التي تتحرك اجزاؤها المتحركة (أي العظمة) على مستوى واحد وباتجاهين مُتعاكسين فحسب (مفصل الركبة مثلاً).



- **المفاصل المنزلقة gliding joints**. وتسمى أيضاً مَفاصل سطحية **plane joints** أو **sliding joints**. مفاصل ينزلق فيها سطح أو أكثر فوق بعضها البعض مثل **الرسغيات(*) corpals**. وهي أكثر مرونة من **المفاصل الرزّية**.



- **المفاصل الكروية ball-and-socket joints**. هي أكثر المفاصل مرونة (كمفصل الورك hip joint). للعظمة المتحركة فيها طرف مكوّر يدخل في تجويف في العظمة الثابتة. ويمكن للعظمة المتحركة أن تدور أو تتحرك في عدة اتجاهات.

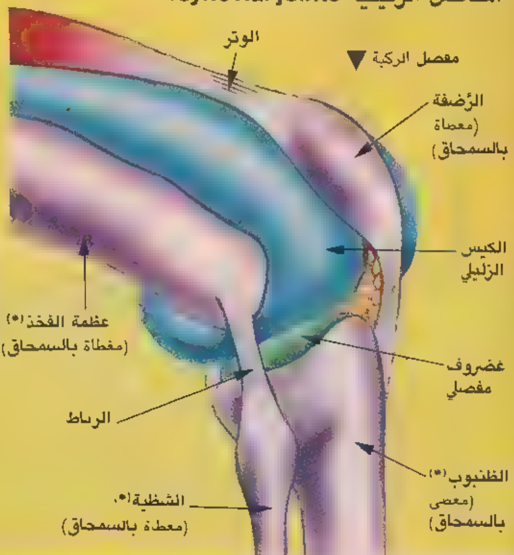
النسيجُ الضام

هناك العديد من أنواع **النسيج الضام con- nective tissue** المختلفة في الجسم، وكلها تقي الخلايا أو الأعضاء وتضم بعضها إلى بعض. والنسيج الضام مركب أساساً من **كنان matrix** غير حي تنتشر فيه خلايا حية مبعثرة، أما الفرق بين أنواعه فراجع إلى طبيعة مادة الكنان. إن أنواع النسيج المختلفة الموجودة عند المفاصل، بما فيها **العظم** نفسه، هي كلها أنواع من النسيج الضام. وهي تحتوي على ألياف بروتينية قد تكون قاسية (تحتوي على ألياف من **الكولاّجن collagen**) أو مرنة (تحتوي على ألياف من **الإلستين elastin**).

- **السِّمحاق periosteum**. طبقة رقيقة من النسيج الضام المرن. وهي تحيط بكل العظام باستثناء المفاصل (حيث يسود **الغضروف**)، وتحتوي على **بانيات العظم osteoblasts**، وهي خلايا منتجة لخلايا العظم الجديدة الضرورية للنمو والترميم.
- **الأربطة ligaments**. حزم من النسيج الضام. تصل بين عظام المفاصل (وتحمل كذلك العديد من الأعضاء في مكانها). ومعظم الأربطة قاسية، ولكن بعضها مرن ككتلك التي بين **الفقرات(*) vertebrae**.
- **العظم bone** أو **النسيج العظمي osseous tissue**. نوع خاص من النسيج الضام القاسي الذي يُصلّبه ترسب كمية كبيرة من مركبات الفوسفور والكلسيوم. توجد **خلايا العظم** الحية **osteocytes** في فراغات صغيرة (تسمى **الفُرْجات lacunae**) داخل المادة غير الحية.



- **الكيس الزليلي synovial sac** أو **syno- vial capsule**. «جراب» من مائع أو سائل تزليقي هو **المائع الزليلي synovial fluid** وذو جلد خارجي من النسيج الضام المرن (**الغشاء الزليلي synovial membrane**). ومعظم المفاصل المتحركة (كالركبة) فيها كيس زليلي يقع بين العظام، وتعرف باسم **المفاصل الزليلية synovial joints**.

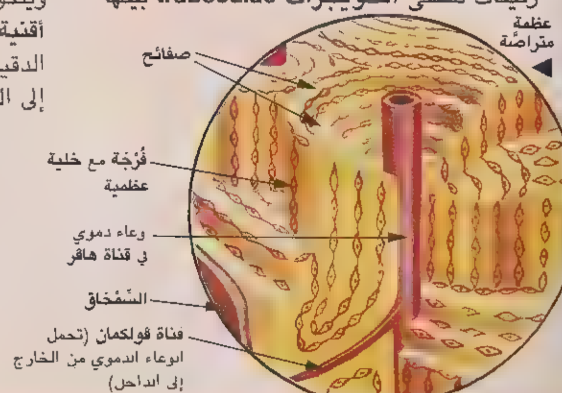


- **الأوتار tendons** أو **sinews**. حزم من النسيج الضام القاسي تصل العضلات بالعظام. والوتر عبارة عن امتداد للغشاء الذي يغلّف العضلة إضافة إلى الأغشية الخارجية لِحزَم الألياف العضلية.
- **الغضروف cartilage** أو **gristle**. نسيج ضام قاس يشكل الوسادة الأساسية بين العظام (الفَقرات)(*) في بعض المفاصل (**كالمفاصل الغضروفية cartilaginous joints**). وفي المفاصل المزوَّدة **بكيس زليلي**، يغطي الغضروف نهايات العظام ويُسمَّى **الغضروف المفصلي articular cartilage**.



يتكون طرف الأنف والأقسام الخارجية من الأذن من الغضروف كما هو حال الهياكل العظمية اليافعة، التي تتحول تدريجياً إلى **عظم** مع تزايد المعادن (وهي عملية تسمى **التعظم ossification** أو **تكوُّن العظم osteogenesis**).

وهناك نوعان من العظم: **العظم الإسفنجي spongy bone** ويوجد في العظام القصيرة و/أو المسطحة (**كعظم القص(*) sternum**) ويملأ أطراف العظام الطويلة (**كعظمة الفخذ(*) femur**). ويتكون العظم الإسفنجي من شبكة رقيقات تسمى **الحُوَيْجزات trabeculae** بينها كثير من الفراغات الكبيرة المملوءة **بالنخاع الأحمر red marrow** (أنظر **النخاع العظمي bone marrow**). أما النوع الثاني فهو **العظم المُتَراصُ compact bone** ويشكل الطبقة الخارجية في كل العظام ويمتاز بندرة الفراغات، ويتكون من طبقات متمركزة حول أقنية تسمى **أقنية هافر**. وترتبط هذه بنظام معقَّد من القنوات الدقيقة التي تحمل الأوعية الدموية والأعصاب إلى الخلايا العظمية.

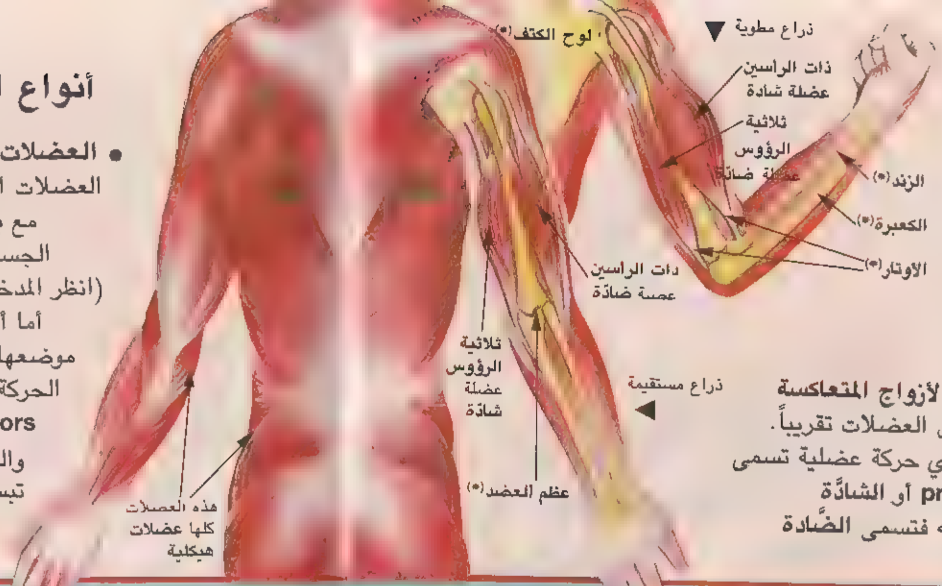


- **النخاع العظمي bone marrow**. نوعان من نسيج ناعم. **النخاع الأحمر** ويوجد في **العظم الإسفنجي** (أنظر **العظم**) وفيه تُصنع كل الخلايا الدموية الحمراء (وبعض الخلايا البيضاء). و**النخاع الأصفر** وهو مخزن الدهون، ويوجد في المناطق المجوَّفة كالفجوات النخاعية في العظام الطويلة.

العضـــلات

العضلات muscles هي مناطق من نسيج مرن خاص موجود في جميع أنحاء الجسم. وقد تكون **العضلات إرادية voluntary muscles** (يمكن التحكم بها بفعل واع) أو **لا إرادية in-voluntary muscles** (لا تخضع للتحكم المقصود). أما أنواع العضلات الرئيسية فهي معدَّدة في أعلى الصفحة التالية.

• **الأزواج المتضادَّة antagonistic pairs** أو **الأزواج المتعاكسة opposing pairs**. الأزواج التي تنتظم بها كل العضلات تقريباً. يقوم عضوا كل زوج بفعلين متعاكسين. ففي أي حركة عضلية تسمى العضلة المتقلِّصة **المحرِّكة الأولى prime mover** أو **الشادَّة agonist**، أما العضلة المتمددة في الوقت نفسه فتسمى **الضَّادة antagonist**.



أنواع العضـلات

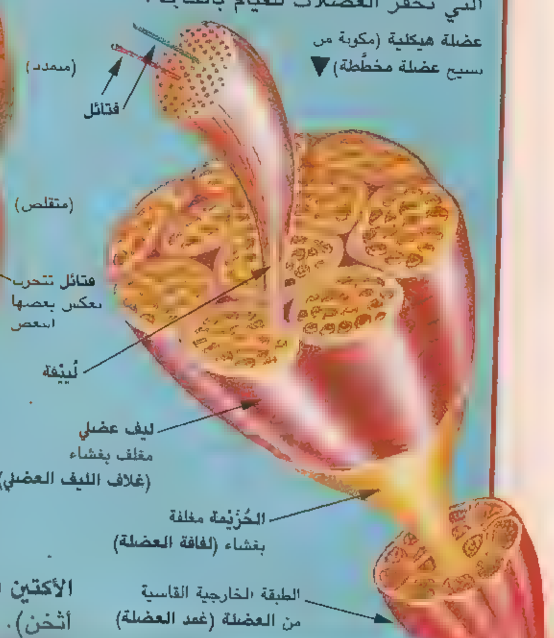
• **العضلات الهيكلية skeletal muscles**. كل العضلات المتصلة بعظام الهيكل، والتي تتقلص مع بعضها أو بالتتالي لتحريك كل أقسام الجسم. وجميع العضلات الهيكلية إرادية (انظر المدخل) ومبنية من **نسيج عضلي مخطط**. أما أسماء هذه العضلات فيعتمد إما على موضعها، أو على شكلها وحجمها، أو بحسب الحركة التي تؤديها، مثل **العضلات المُثْنِيَة flexors** (التي تثني الطرف أو المفصل) و**العضلات الباسطة extensors** التي تبسط الطرف.

• **العضلة القلبية cardiac muscle**. العضلة التي يتكون منها كل جدار القلب تقريباً. وهي **عضلة لا إرادية** (أنظر المدخل) مركبة من **نسيج عضلي قلبي**.

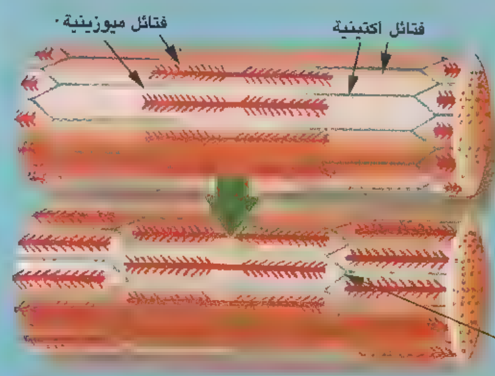
• **العضلات الحشويَّة visceral muscles**. عضلات موجودة داخل جدران العديد من الأعضاء الداخلية، كالأمعاء والأوعية الدموية، وجميعها **عضلات لا إرادية** (أنظر المدخل) مركبة من نسيج **عضلي ناعم smooth muscle**.

بنية النسيج العضلي

يتألف مختلف أنواع عضلات الجسم من أنواع مختلفة من النسيج العضلي (أي من مجموعات خلايا مختلفة الأنواع). والنسيج ذو أوعية دموية عديدة تحمل المواد الغذائية التي تنتج منها الطاقة عند تحلُّلها، فضلاً عن الأعصاب التي تحفز العضلات للقيام بالحركة.



• **العضلة المخططة striated muscle** أو **striped muscle**. نوع من النسيج العضلي يكوِّن **العضلات الهيكلية**. وهي تتكون من خلايا طويلة تسمى **الألياف العضلية muscle fibres** وتتجمع في **حُزَيْمات fascicles**. والخيط الليفي له شكل **مخطط**، ويتألف من خيوط أصغر أسطوانية الشكل تدعى **اللُّيَيْفات fibrils** أو **myofibrils**، وهو الجزء الذي يتقلص عندما يحفز العصب الخيط الليفي. واللييفات نفسها تتكون من **فتائل filaments** أو **myofilaments** من نوعين من البروتينات: **الأكتين actin** (فتـائل رفيعـة)، **والميوزين myosin** (فتائل أثخن). تنزلق على بعضها عندما تتقلص العضلة.



• **العضلة القلبية cardiac muscle**. نوع خاص من **نسيج عضلي مخطط** يكوِّن **عضلة القلب**. وانقباضها الإيقاعي تسببه مناطق خاصة في النسيج نفسه تنتج نبضاتها الكهربائية الخاصة بها. كما أن أي نبضات عصبية قد تزيد سرعة خفقان القلب أو تخفِّف منها.

• **العضلة الناعمة smooth muscle** أو **العضلة الحشوية visceral muscle**. نوع من نسيج عضلي يكوِّن **العضلات الحشوية**. وهي تحتوي على **خلايا مغزلية spindle cells** أقصر بكثير من ألياف **العضلة المخططة** المعقدة. ولكن طريقة تقلصها ليست معروفة تماماً حتى الآن، إلَّا أنها تحتوي على بروتيني **الميوزين والأكتين** كما هو حال العضلة المخططة، وتنبهها الأعصاب أيضاً.

التنبيـه العصبي

تُنبِّه معظم العضلات للحركة بواسطة نبضات تسببها الأعصاب، فتغشى الجسم كله. (أنظر ص 80-81).



• **اللوحة الانتهائية المحركة motor end-plate**. النقطة التي تلتقي عندها الألياف الانتهائية لخلية عصبية «حاملة للتعليمات» بألياف عضلية **muscle fibre** (أنظر **العضلة المخططة**). وتتفرع الألياف الانتهائية من ليف رئيسي واحد (**المحور العصبي**(*) **axon**) يحمل النبضات العصبية التي تؤدي إلى تقلُّص العضلة. تستنسخ كل نبضة وترسل في كل فرع، ومن ثم تتلقى العضلة كلها أعداداً مضاعفة من كل نبضة عصبية.

• **المغْزَل العضلي muscle spindle**. مجموعة من **الألياف العضلية** التي تحيط بها ألياف انتهائية لخلية عصبية حسِّية (**عَصْبُون حِسِّي**(*) **sensory neuron**). والألياف الانتهائية هي جزء من ليف رئيسي واحد (**الغُصَيْن**(*) **dendron**). وعندما تتمدَّد العضلات تُحثّ على إرسال نبضات إلى الدماغ «تخبره» بحالة التوتر الجديدة، حينئذٍ يتوصل الدماغ إلى التغييرات اللازمة لأي عمل جديد.

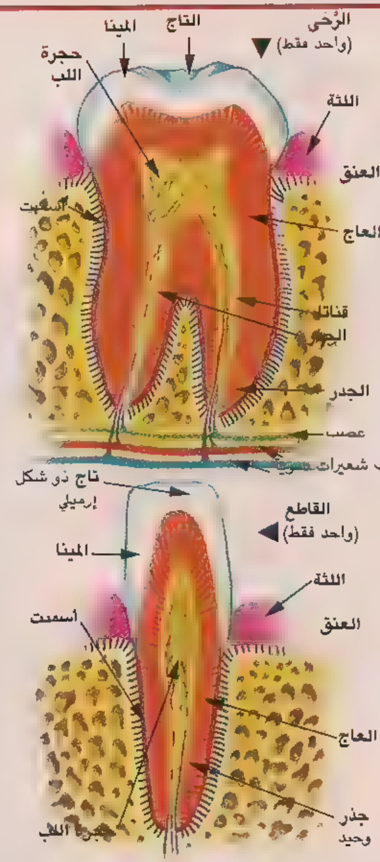
(*) الأوتار 53، الزند 51، عظم العضد، عظم الكتف، الكعبرة 51

(*) العصبونات المحركة، العصبونات الحسِّية 77، الغصين 76، المحور العصبي 76.

الأسنان

الأسنان teeth أو dentes (مفردها dens) تساعد على تحضير الغذاء لعملية الهضم بتقطيعه وطحنه. ينغرز كل سن في الفك الذي يغطيه نسيج ناعم أملس يدعى اللِّثة gingiva (gum).
والإنسان يعرف خلال حياته نوعين من التسنين dentition هما: التسنين المؤقت أو المتساقط de-ciduous dentition ويتألف من 20 سناً متساقطة (تسمى أيضاً أسنان الحليب)، والتسنين الدائم permanent dentition، وهو مجموعة مكوَّنة من 32 سناً دائمة permanent teeth.

أقسام السن



• **التاج crown**. الجزء المكشوف من السن، ويغطيه **الميناء**. وهذا الجزء هو الأكثر تعرضاً للإصابة والتلف والتسوُّس.

• **الجذر root**، الجزء المثبت في فجوة بالفك. **وللقواطع والأنياب** جذر واحد، في حين أن **للنواجذ** جذراً أو جذرين **وللأرحاء** جذرين أو ثلاثة. وكل جذر يثبت في مكانه بفضل ألياف من **رباط**(*) ligament يسمى **الرباط المحيط بالسن** periodontal ligament. والألياف مثبتة في أحد طرفيها بعظم الفك، في حين أن طرفها الآخر مرتبط **بالاسمنت**. وتقوم الألياف بامتصاص الصدمات.

• **العنق neck** أو **cervix**. جزء السن الواقع تحت السطح مباشرة، بين **التاج والجذر**.

• **الميناء enamel**. مادة شبيهة بالعظم، إلا أنها أصلب منه (بل هي أصلب مادة في الجسم) ولا تحتوي على خلايا حية. وهي تتألف من بلورات من **الأباتيت apatite** مشدودة إلى بعضها البعض. والأباتيت معدن من الكلسيوم والفوسفور والفلورين.

• **الإسمنت cement** أو **cementum**. مادة شبيهة **بالمينا** ولكنها أطرى منها، وهي تشكل الطبقة السطحية الرقيقة من **الجذر** وترتبط بالفك **بالرباط المحيط بالسن** (أنظر الجذر).

• **العاج dentine** أو **ivory**. مادة صفراء تكون الطبقة الثانية داخل السن. والعاج، **كالمينا**، يحتوي على كثير من مكوّنات العظم إلا أنه أطرى ويحتوي على ألياف **الكولاَّجين**(*) col-lagen وعلى ضفائر من **السيتوبلازما**(*) cytoplasm التي تنطلق من **الخلايا اللبية** pulp cells في **حجرة اللب**.

• **حجرة اللب pulp cavity**. المنطقة المركزية في السن يحيط بها **العاج**. كما أنها تمتلئ بنسيج طري يُسَمَّى **اللب pulp**، ويحتوي على أوعية دموية ونهايات الألياف العصبية. وهذه الألياف والأوعية تدخل الحجرة عبر **الأقنية الجذرية root canals**. والأوعية الدموية تحمل الغذاء والأكسجين إلى النسيج الحي، أما نهايات الألياف العصبية فهي **مستقبلات الألم**(*) **pain receptors**.

(*) الأربطة 52، السيتوبلازم 10؛ الكولاَّجين 52 (النسيج الضام)، مستقبلات الألم 83



القواطع (محل ثمانية قواطع مؤقتة)
الأنياب (محل أربعة أنياب مؤقتة)
النواجذ (محل ثماني نواجذ مؤقتة)
الأرحاء (مفردها رحى) وتظهر خلف النواجذ ولا تحل محل اي إسنان متساقطة

أنواع الأسنان

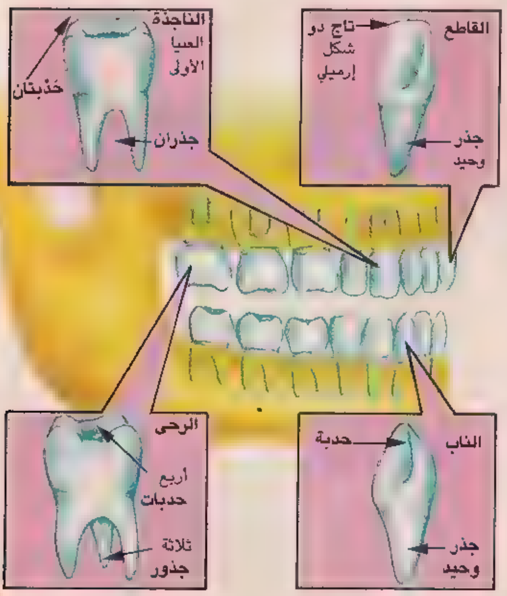
• **القواطع incisors**. أسنان حادة ذات تيجان إزميلية الشكل، تستخدم للعض والقطع. ولكل قاطع جذر واحد. وعدد القواطع أربعة في كل فك، وتقع في مقدمة الفم.

• **الأنياب canines** أو **cuspids**. أسنان مخروطية الشكل تستخدم لتمزيق الطعام. ولكل ناب **طرف مستدق cusp** واحد **وجذر** واحد. وثمة نابان في كل فك يقع كل منهما في أحد جانبي القواطع. أما الحيوانات التي تصيد وتقتل (تفترس) فعادةً ما تكون أنيابها طويلة ومحنيَّة.

• **النواجذ premolars** أو **bicuspids**. أسنان عريضة متثلِّمة وغير قاطعة تستخدم في التكسير والطحن. وهناك أربع نواجذ في كل فك. ولكل ناجذة **طرفان مستدقان وجذر** واحد باستثناء النواجذ العليا الأولى فلها جذران.

• **الأرحاء molars**. أسنان عريضة متثلِّمة غير قاطعة تشبه **النواجذ** غير أن سطحها أكبر. وهي تستخدم أيضاً للتكسير والطحن. ولكل رحى أربعة رؤوس على سطحه **(أطراف مستدقة)**. **للأرحاء السفلى** جذران، في حين أن للأرحاء العليا ثلاثة جذور. وفي مجموعة الأسنان الدائمة يوجد ستة أرحاء في كل فك، تقع كل ثلاثة منها وراء كل زوجين من **النواجذ**. أما الأرحاء الثالثة (في الداخل) فتعرف باسم **أضراس العقل**.

• **أضراس العقل wisdom teeth**. أرحاء أربعة (الثالثة بعد الرحيين الأوليين) تقع عند أطراف الفكين. وهذه الأضراس لا تظهر كلياً إلا مع بلوغ الإنسان النضوج الكامل (ومن هنا جاءت التسمية)، وهناك عدد قليل من الناس الذين لا ينبت لهم أضراس عقل.



الـــدم

الدم مائع حيوي بالنسبة إلى الجسم، يتألف من **البلازما** و **الصفائح الدموية** و **خلايا الدم الحمراء والبيضاء**. يحتوي جسم الإنسان البالغ على حوالي خمسة لترات ونصف من الدم تدور فيه بواسطة **جهاز الدوران**(*) **circulatory system**، وهو عبارة عن منظومة من الانابيب تعرف باسم **الأوعية الدموية blood vessels**. والدم يوزع الحرارة ويحمل في البلازما العديد من المواد المهمة. يحمل محل خلايا الدم المائتة باستمرار خلايا دموية جديدة في سياق عملية **تجديد الدم** **haemopoiesis**.

مكوّنات الدم

- **البلازما plasma**. السائل الباهت (نحو 90% ماء) الذي يحتوي عى خلايا الدم. وهي تحمل الغذاء الذائب إلى خلايا الجسم والفضلات وثاني أكسيد الكربون، **والأجسام المضادة** لمحاربة العدوى، **والأنزيمات**(*) **enzymes والهرمونات**(*) **hormones** التي تضبط عمليات الجسم.



- **الصفائح الدموية platelets** أو **thrombocytes**. خلايا أسطوانية الشكل صغيرة الحجم جداً بدون **نوى**(*) **nuclei**، تصنع في **النخاع العظمي**(*). تتجمع الصفائح في المنطقة المصابة خاصة حيث تلعب دوراً مهماً في **تجمُّد الدم**.

- **خلايا الدم البيضاء white blood cell**. تسمى أيضاً **كريات الدم البيضاء leucocytes** أو **white corpuscles** خلايا دموية كامدة كبيرة الحجم تضطلع بدور مهم في الدفاع عن الجسم. وثمة عدة أنواع من هذه الخلايا: **فالخلايا اللمفية lymphocytes** مثلاً



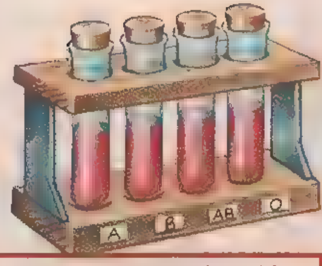


تصنع في **النسيج اللمفاوي**(*) وتوجد في **الجهاز اللمفي**(*) فضلاً عن الدم. وهذه الخلايا تنتج **الأجسام المضادة**. وثمة خلايا بيضاء أخرى (**أحادية النواة monocytes**) تصنع في **النخاع العظمي**(*). فهي «تبتلع» الأجسام الغريبة كالبكتيريا بعملية **البلعمة**(*) وكثير منها (**البلعمات الكبيرة**) تترك الأوعية الدموية فتتجول (**الجوالة**)، أو تثبت (**الثابتة**) في عضو **كالعقدة اللمفية**(*) **lymph node**



- **خلايا الدم الحمراء red blood cells**. تسمى أيضاً **الكريات الدموية الحمراء erythrocytes** أو **red corpuscles**. وهي خلايا أسطوانية الشكل بدون **نوى**(*) **nuclei**، تُصنع في **النخاع العظمي**(*) **bone marrow** وتحتوي على مادة **اليُحْمُور** أو **الهموغلوبين**، وهو مركّب حديدي يعطي الدم لونه الأحمر. يتحد اليحمور مع الأكسجين في الرئتين مكوناً **الأكسي هِمُوغلوبين**. فيصبح لون الدم أحمر قانٍ. وتنقل الكريات الحمراء الأكسجين إلى خلأيا الجسم (بواسطة **الانتشار**(*) لتعود إلى الرئتين بالهموغلوبين

(*) الأنزيمات 103، البلعمة 40 (الرجل الكاذبة)، التناثر 99 الجهاز اللمفي، العقد اللمفية 65 النخاع العظمي 53 الهرمونات 106



- **زُمرُ الدَّم blood groups**. الطريقة الأساسية لتصنيف الدم. وتعتمد على وجود **مُولّدات الضد** A أو B في **الخلايا الحمراء**. وزمرة الدم A فيها مولد الضد A، وزمرة الدم B فيها مولد الضد B، والزمرة AB فيها مولدا الضد A و B والزمرة O ليس فيها أي منهما.

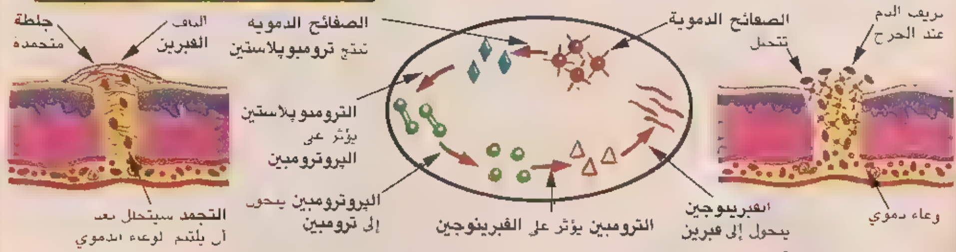
- **عامل ريزوس Rh Rhesus factor**. طريقة ثانية يصنف بها الدم (**والزمرة**). فإذا كان في الدم **مولد الضد ريزوس**، فهو **إيجابي الريزوس**، وإلا فهو **سلبي الريزوس**.

دفاع الجسم



- **الأجسام المضادة antibodies**. بروتينات دفاعية موجودة في سوائل الجسم **كالبلازما**. والبروتينات تصنعها **الخلايا اللمفية** (أنظر **خلايا الدم البيضاء**) حين تظهر في الجسم **مولدات الضد**. وهناك أجسام مضادة مختلفة لكل مولد ضد، كما أن طرق عملها تختلف أيضاً. **فمضادات السموم** تُحَيِّد السموم (أنظر **مولدات الضد**) بحيث يلتحق كل مضاد بجزيء سُمِّي مكوِّناً **مولد ضد وجسماً مضاداً**. **والأغلوتينين** مثلاً يلتصق بالبتكتيريا أو الڤيروس بما يحتويانه من مولدات الضد أما **الليزين** فتقتلها بإذابة أغشيتها الخارجية.

- **مولدات الضد antigens**. مواد، غالباً ما تكون بروتينات، **تحفز إنتاج الأجسام المضادة** لمحاربتها ومكافحة أي عدوى قد تسببها. وقد تكون مولدات الضد جزءاً من بكتيريا أو ڤيروسات أو قد تكون سموماً تفرزها هذه العضويات. يوجد بعض مولدات الضد في الجسم منذ الولادة ويحدد وحودها **زمرة الدم**.



- **التجمد** أو **التجلّط coagulation** أو **clotting**. هو تخثر الدم وتكثفه في كتل (**جلطة clot**) عند حدوث جرح. تطلق **الصفائح الدموية platelets** المتفكّكة والخلايا المتضررة مادة تدعى **ترومبوپلاستين thromboplastin** تحوِّل **البروترومبين prothrombin** (من پروتينات **البلازما plasma**) إلى **ترومبين thrombin** (**أنزيم**)(*) يسبِّب تصلب **الفبرينوجين fibrinogen** (من پروتينات البلازما الأخرى) فيتحول إلى **فبرين fibrin**.

- **المصل serum**. مائع أصفر اللون يتكون من أجزاء الدم التي تتبقى بعد **التجلط**. وهو يحتوي على **أجسام مضادة** عديدة (تطلق لمحاربة العدوى) وحين يحقن المصل في أشخاص آخرين فإنه يمنحهم مناعة مؤقتة ضد الإصابة والعدوى

(*) الأنزيمات 103

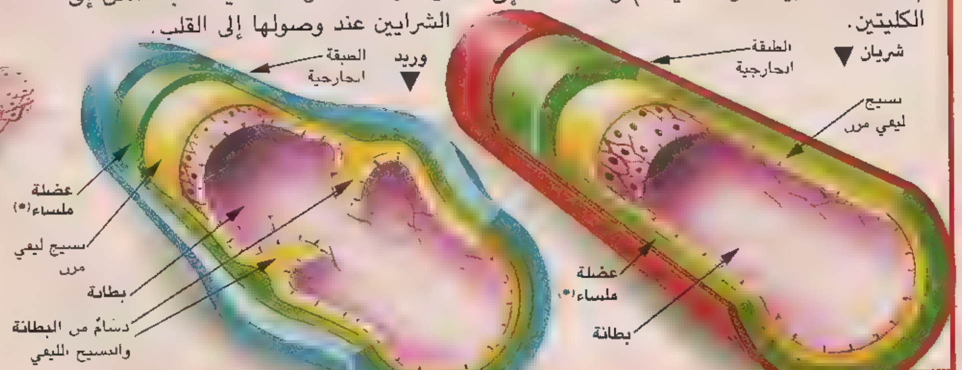
جهـــاز دوران الدم

جهاز الدوران circulatory system أو **الجهاز الوعائي vascular system** هو شبكة من الأنابيب أو **الأوعية الدموية blood vessels** المتلئة بالدم. وهي ثلاثة أنواع رئيسية: **الشرايين والأوردة والشعيرات**. ويغلّف غشاء رقيق يدعى **البطانة endothelium** الأوردة والشرايين من الداخل، وهو الطبقة الغشائية الوحيدة في الشعيرات. ويستمر الدم بالشريان في اتجاه واحد بفعل الضخ الذي يقوم به القلب، وعضلات الجدران في الأوردة والشرايين، وانخفاض الضغط في الجهاز (تتدفق السوائل من مناطق مرتفعة الضغط إلى أخرى منخفضة الضغط).



● **الشرايين arteries**. أوعية دموية واسعة ذات جدران سميكة تشكل **الجهاز الشرياني arte-rial system** وتحمل الدم من القلب إلى الأعضاء. أما الشرايين الصغيرة (**الشُرَيْنَات arterioles**) فتتفرع عن الشرايين الرئيسية، فيما تتفرع **الشعيرات** عن الشرينات. وباستثناء **الشرايين الرئوية**(*) **pulmonary arteries** فإن دم الشرايين الأخرى هو دم مؤكسج (ولذا فإن لونه أحمر قان). ويحمل الدم في كل الشرايين مواد غذائيةً ذائبة وفضلات نقلتها **الأوردة** إلى القلب ومنه تحولّت إلى الشرايين. التي تنقل الغذاء إلى الخلايا (بواسطة الشرينات والشعيرات) والفضلات إلى الكليتين.

● **الأوردة veins** أوعية دموية واسعة ذات جدران سميكة تشكل **الجهاز الوريدي venous system** وتحمل الدم إلى القلب. وتحتوي الأوردة على دسامات (صمامـات valves) لمنع الدم من السريان بالاتجاه المعاكس بتأثير الجاذبية. وتتشكل الأوردة من **الوريدات venules** (أوردة صغيرة) مندمجة تتشكل بدورها من **شُعَيرات** مندمجة. والدم الوريدي يحتوي على ثاني أكسيد الكربون (باستثناء دم **الأوردة الرئوية**)(*) والفضلات التي تلتقطها الشعَيْرات من خلايا الجسم. أما الدم الوريدي الآتي من الجهاز الهضمي والكبد فيحمل كذلك مواد غذائية ذائبة تنتقل إلى الشرايين عند وصولها إلى القلب.



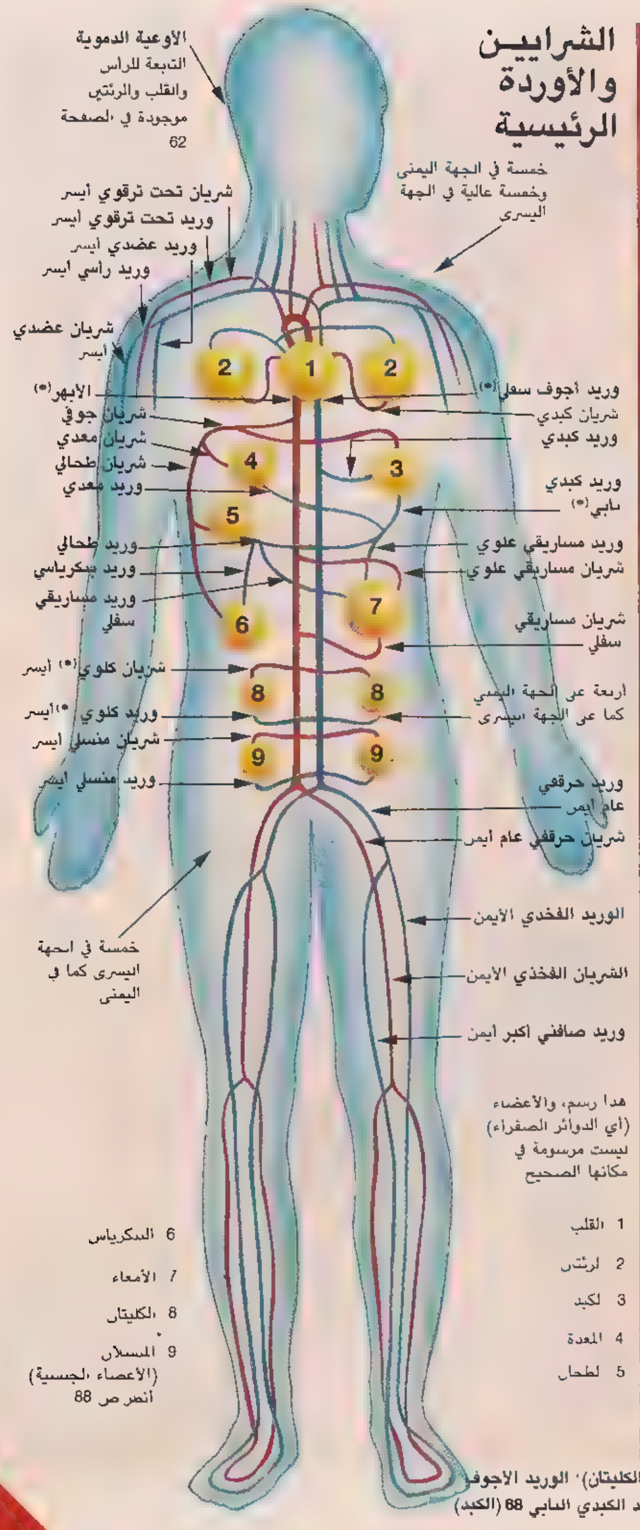
(*) الشريان الرئوي 63 (الجذع الرئوي) العضلة الملساء 55 الوريد الرئوي 63

● **الشعيرات capillaries**. أوعية دموية دقيقة تتفرع من **الشرينات** (أنظر **الشرايين**) وتكوّن شبكة معقدة. يعبر الأكسجين والمواد الغذائية الذائبة جدرانها إلى خلايا الجسم، فيما يعبر ثاني أكسيد الكربون والفضلات جدرانها إلى الداخل (أنظر **المائع النسيجي tissue fluid**، ص 64). وتلتقط شعيرات أعضاء الجهاز الهضمي والكبد الغذاء أيضاً. وتلتقي الشعيرات معاً لتشكل الأوردة الصغيرة (**الوُرَيْدات**).

▶ شعيرة



الشرايـين والأوردة الرئيسية



هدا رسم، والأعضاء (أي الدوائر الصفراء) ليست مرسومة في مكانها الصحيح

1 القلب
2 الرئتان
3 الكبد
4 المعدة
5 الطحال
6 البنكرياس
7 الأمعاء
8 الكليتان
9 المسلان (الأعضاء الجنسية) أنظر ص 88

(*) الأبهر 63 الشريانان الكلويان 72 (الكليتان)، الوريد الأجوف السفلي 63، الوريدان الكلويان 72، الوريد الكبدي البابي 68 (الكبد)

القلـــب

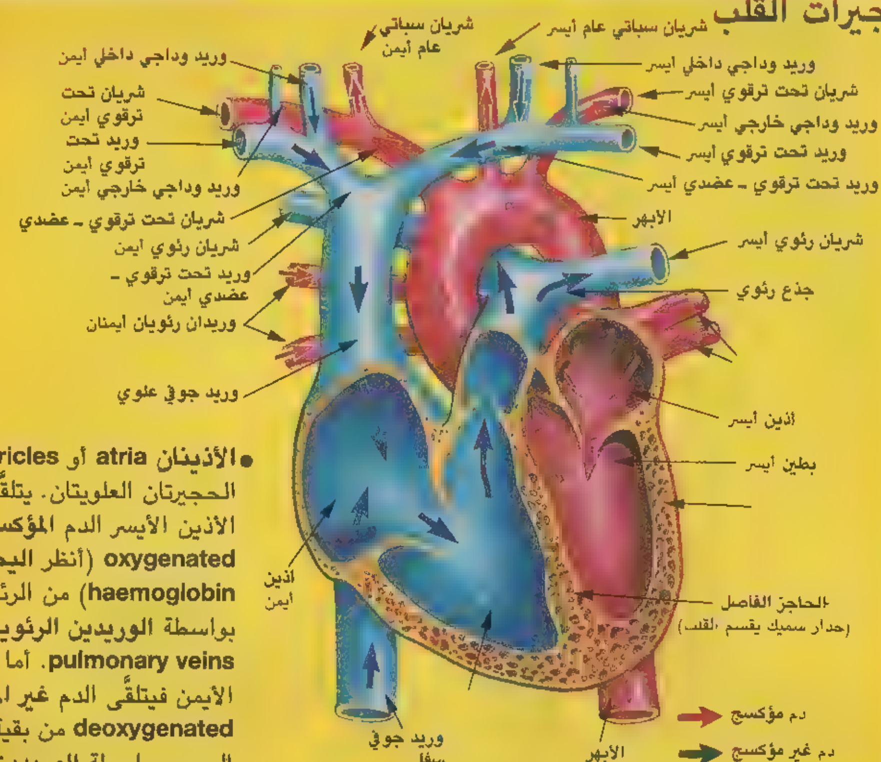
القلب heart عضو عضلي يضخُّ الدم إلى أنحاء الجسم عبر الأوعية الدموية (يطلق على القلب والأوعية الدموية معاً اسم **الجهاز القلبي الوعائي cardiovascular system**). يحيط بالقلب **الكيس التاموري pericardial sac** الذي يتكون من غشاء خارجي (**التامور pericardium**) و**التجويف التاموري pericardial cavity** الذي يقع بين الغشاء الخارجي والقلب. ويملأ التجويف مائع ملطف للحركة. وللقلب أربع حجيرات هي **الأُذَيْنان والبُطَيْنان**، وكلها مبطنة بطبقة نسيجية رقيقة تدعى **التامور الداخلي endocardium**.



الدورة القلبية

الدورة القلبية cardiac cycle. سلسلة من أحداث تشكل حلقاتها فعل ضخ واحد كامل للقلب، يمكن سماعه ويعرف باسم النبض (حوالي 70 نبضة في الدقيقة). ينقبض **الأذينان** أولاً فيدفعان الدم إلى **البطينين** المقابلين اللذين يتمددان لاستقباله. ثم يتمدد الأذينان ليسمحا للدم بدخولهما ثانية فيما ينقبض ◀

حجيرات القلب

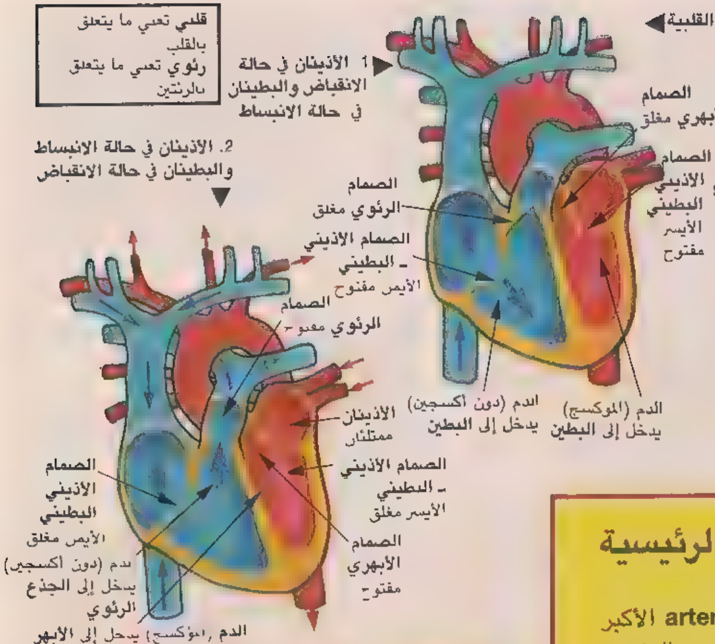


● **الأذينان atria** أو **auricles**. الحجيرتان العلويتان. يتلقَّى الأذين الأيسر الدم **المؤكسج oxygenated** (أنظر **اليحمور(*) haemoglobin**) من الرئتين بواسطة **الوريدين الرئويين pulmonary veins**. أما الأذين الأيمن فيتلقَّى **الدم غير المؤكسج deoxygenated** من بقية الجسم بواسطة **الوريدين الجوفيين العلوي والسفلي**. وهذا الدم هو ذلك الذي استهلكت الخلايا أكسجينه وحمَّلته ثاني أكسيد كربونها.

● **البطينان ventricles**. الحجيرتان السفليتان. يتلقى البطين الأيسر الدم من الأذين الأيسر ويضخُّه في **الأبهر**. أما البطين الأيمن فيتلقَّى الدم من الأذين الأيمن ويضخه في **الجذع الرئوي** إلى الرئتين.

(*) اليحمور 58 (خلايا الدم الحمراء).

◀ البطينان لدفع الدم إلى الخارج. ويُسَمَّى طور التمدد **طور الانبساط diastole phase**، أما طور التقلُّص فيسمى **طور الانقباض sys- tole phase**. وهناك فترة راحة قصيرة تعقب طور انقباض البطينين، وأثناءها تكون كل حجيرات القلب في طور انبساط (ارتخاء). أما **الأصمة valves** المختلفة التي تفتح وتغلق خلال الدورة فتجد تعريفها أدناه.



الشرايين والأوردة الرئيسية

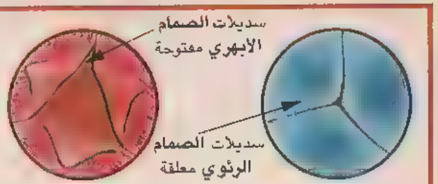
● **الأبهر aorta**. الشريان(*) artery الأكبر في الجسم، ويحمل الدم المؤكسج النقي من **البطين الأيسر** ليبدأ رحلته في كل أنحاء الجسم.

● **الجذع الرئوي pulmonary trunk**. الشريان(*) الذي يحمل الدم المفتقر إلى الأكسجين من **البطين الأيمن** إلى خارجه. وبعد ابتعاده عن القلب يتفرَّع الجذع إلى **شريانين رئويين** يتجه كل منهما إلى رئة.

● **الوريد الجوفي العلوي superior vena cava**. أحد **الوريدين(*) veins** الرئيسيين. يحمل الدم المحتاج إلى أكسجة من القسم العلوي للجسم إلى **الأذين الأيمن**، وتندمج فيه كل أوردة القسم العلوي للجسم.

● **الوريد الجوفي السفلي inferior vena cava**. أحد الوريدين(*) الرئيسيين. يحمل الدم المحتاج إلى أكسجة من القسم السفلي للجسم إلى **الأذين الأيمن**، وتندمج فيه كل أوردة القسم السفلي للجسم.

● **الأوردة الرئوية pulmonary veins**. أربعة أوردة(*) تحمل الدم المؤكسج النقي إلى الأذين الأيسر. يأتي وريدان رئويان أيمنان من الرئة اليمنى، ووريدان رئويان أيسران من الرئة اليسرى.



● **الصمَّامان الهلاليَّان semilunar valves**. وقد سميا كذلك لأن لسديلاتهما شكلاً هلالياً. أحدهما **الصمام الأبهري aortic valve** ويقع بين البطين الأيسر والأبهر. أما الثاني فهو **الصمام الرئوي pulmonary valve** ويقع بين البطين الأيمن والجذع الرئوي.

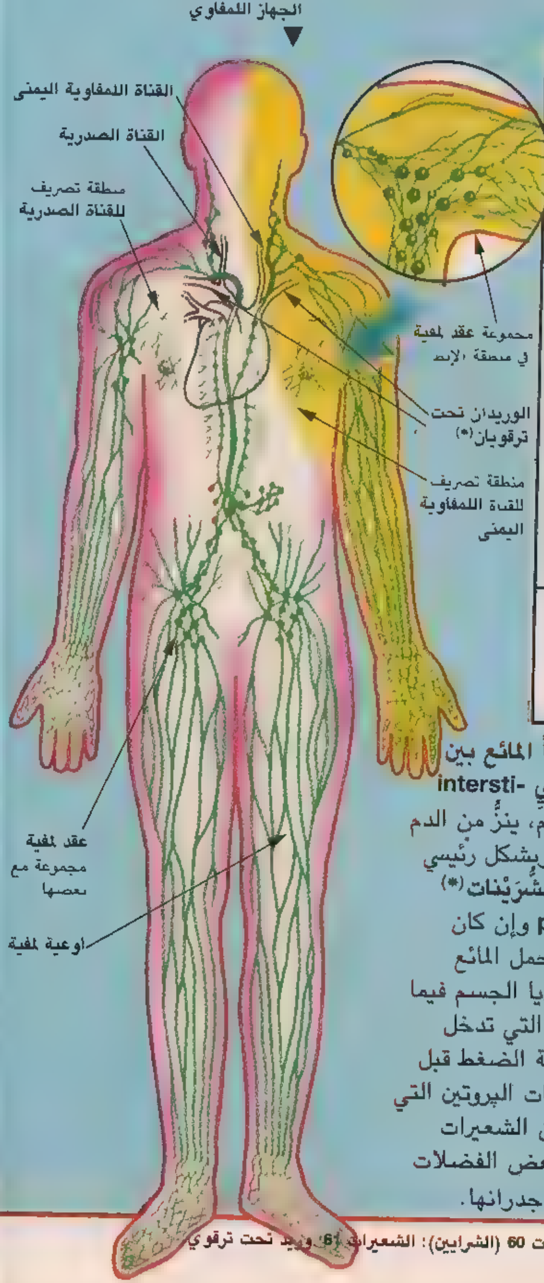


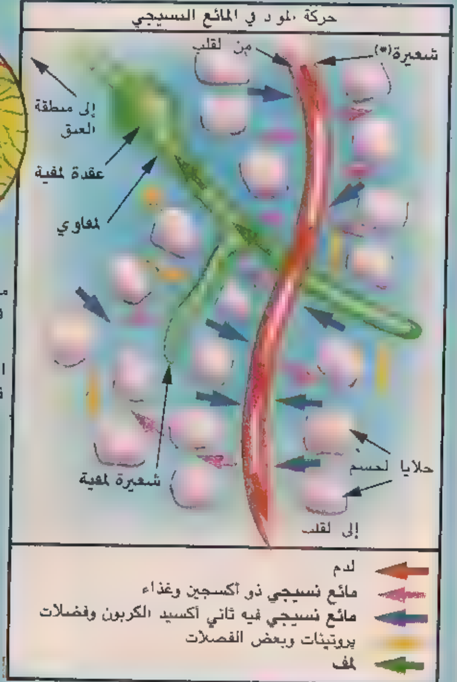
● **الصمامان الأذينيان البطينيان atrioven- tricular valves** أو **AV valves**. صمامان يقع كل منهما بين أذين وبطين. والصمام الأذيني - البطيني الأيسر **nitral valve ثنائي الشرفة bicuspid**، إذ أنه يتكون من شرفتين أو سديلتين متحركتين. أما الصمام الأذيني - البطيني الأيمن فثلاثي الشُّرَف **tricuspid**.

(*) الشرايين، الأوردة 60

المائع النسيجي والجهاز اللمفاوي

الأوعية الدموية الصغرى، أو **الشعيرات**(*) **capillaries**، هي أكثر الأوعية اتصالاً مباشراً بخلايا الجسم، ومع ذلك فهي لا تتلامس معها. أما الغذاء والأكسجين اللذان تحملانهما فيصلان إلى الخلايا في **المائع النسيجي**، وهو مادة تشكل رابطاً بين **جهاز الدوران**(*) **circulatory system** وجهاز التصريف في الجسم، المعروف **بالجهاز اللمفاوي lymphatic system**.



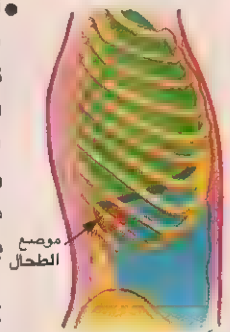


- **المائع النسيجي tissue fluid**. يسمى أيضاً **المائع بين الخلوي intercelluar fluid** أو **المائع السَّدَوِي interstitial fluid**. مائع (سائل) يحيط بخلايا الجسم، ينزُّ من الدم مخترقاً جدران **الشعيرات**(*) **capillaries** (وبشكل رئيسي عند أطرافها عالية الضغط بعد تفرعها من **الشُّرَيْنات**(*) **arterioles**)، وهو أساساً **بلازما**(*) **plasma** وإن كان يحتوي على نسبة ضئيلة من البروتينات. ويحمل المائع النسيجي الغذاء الذائب والأكسجين إلى خلايا الجسم فيما ينقل منها ثاني أكسيد الكربون والفضلات، التي تدخل الشعيرات عبر جدرانها في الأطراف منخفضة الضغط قبل أن تشكل **الوريدات**(*) **venules**. أما جزيئات البروتين التي لا تحتاجها الخلايا فلا تستطيع عبور جدران الشعيرات مجدداً لعظم حجمها، ولذلك فهي تعبر مع بعض الفضلات إلى **الشعيرات اللمفية** التي يسهل اختراق جدرانها.

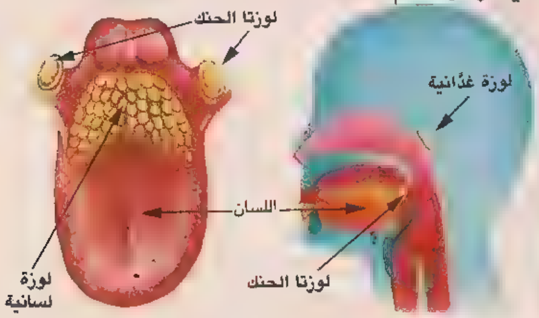
- **الجهاز اللمفاوي lymphatic system**. جهاز من أنابيب **(الأوعية اللمفية)** وأعضاء صغيرة **(الأعضاء اللمفاوية)**، ذو دور مهم في اعادة تأهيل موائع الجسم والدفاع عنه بوجه الأمراض. وتحمل الأوعية اللمفية سائل **اللمف** إلى كل أنحاء الجسم وتفرغه في الأوردة(*) **veins**. والأعضاء اللمفاوية هي مصدر الخلايا المحاربة للأمراض.
- **الأوعية اللمفية lymph vessels**. أو **lymphatic vessels**. أنابيب مسدودة الأطراف تحمل **اللمف** من كل أنحاء الجسم نحو العنق حيث تصب مرة ثانية في الدم. وهذه الأوعية مبطَّنة **بالبطانة**(*) **endothelium** وتحتوي على صمامات لمنع اللمف من الجريان إلى الوراء بقوة الجاذبية. وأدق الأوعية اللمفية هي **الشعيرات اللمفية lymph capillaries** وتشمل **الأوعية اللبنيَّة**(*) **lacteals** المهمة التي تلتقط جزيئات الدهون (وهي كبيرة الحجم ولا تقدر على النفاذ مباشرة إلى مجرى الدم). وتتصل الشعيرات ببعضها البعض لتكوِّن أوعية أكبر تسمى **اللمفاويات lymphatics**، التي تتحد مع بعضها لتشكل بدورها **القناة اللمفاوية اليمنى right lymphatic duct** (التي تصب في **الوريد تحت الترقوي**(*) **subclavian vein** الأيمن) **والقناة الصدرية thoracic duct** (التي تصب في **الوريد تحت الترقوي**(*) الأيسر).
- **اللمف lymph**. السائل الموجود في **الأوعية اللمفاوية**. يحتوي على **الخلايا اللمفية** وبعض المواد الملتقطة من **المائع النسيجي** (خصوصاً البروتينات **كالهرمونات**(*) **hormones والأنزيمات**(*) **enzymes**)، وكذلك جزيئات الدهون.

الأعضاء اللمفاوية

- **الأعضاء اللمفاوية lymphatic organs** أو **lymphoid organs** أجسام متصلة **بالجهاز اللمفاوي**، وهي مكونة جميعها من نمط نسيجي واحد **(النسيج اللمفاوي lymphatic tissue)**، وتنتج جميعها **الخلايا اللمفية**(*) **lymphocytes** أي خلايا الدم البيضاء المحاربة للأمراض.
- **العقد اللمفية lymph nodes** أو **الغدد اللمفية lymph glands**. أعضاء لمفاوية صغيرة موجودة على طول **الأوعية اللمفية** عادة في مجموعات، كما في منطقة الإبط مثلاً. وهي المواقع الرئيسية لإنتاج **الخلايا اللمفية**، وتحتوي أيضاً على جهاز تصفية يتصيَّد البكتيريا والأجسام الغريبة. وهذه تحاصرها خلايا الدم البيضاء **(البلعمات الكبيرة الثابتة**(*) **fixed macrophages)**.
- **الطحال spleen**. العضو اللمفاوي الأكبر؛ وهو موجود تحت **الحجاب الحاجز**(*) **diaphragm** مباشرة على الجانب الأيسر من الجسم. ويحتوي على مخزون للطوارىء من خلايا الدم الحمراء، كما يحتوي على خلايا الدم البيضاء التي تفتك بالأجسام الغريبة كالبكتيريا، وخلايا الدم القديمة.



- **اللَّوزات tonsils**. وهي أربعة أعضاء لمفاوية: **اللوزة الغدانيَّة pharyngeal tonsil (adenoids)** وتقع خلف الأنف، **واللوزة اللسانية lingual tonsil** وتقع عند قاعدة اللسان، **ولوزتا الحنك palatine tonsils** وتقعان في مؤخرة الفم.



- **غدة التيموس** أو **الغدة الصعترية thymus gland**. عضو لمفاوي في القسم العلوي من الصدر. وهي كبيرة عند الأطفال وتصل إلى حجمها الأقصى في مرحلة **البلوغ**(*) **puberty**، ثم يعتريها **الضمور atrophy**.

(*) الأوردة 60؛ البلازما 58؛ الجهاز الدوراني 60، الشرينات 60 (الشرايين)؛ الشعيرات 61؛ وريد تحت ترقوي

(*) الأنزيمات 103، الأوردة 60، الأوعية اللبنيَّة 67، البطانة 60؛ البلعمات الكبيرة 58، البلوغ 90؛ الحجاب الحاجز 70

الجهاز الهضمي



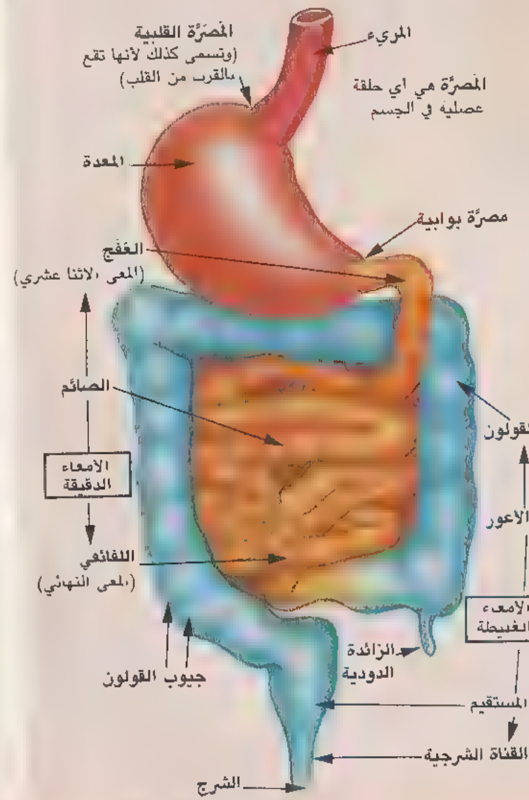
إثر الأكل يمر الغذاء عبر الجهاز الهضمي digestive system، فيتحلَّل إلى مواد ذوَّابة بسيطة التركيب نتيجة لعملية الهضم digestion (انظر ص 108-109). وتُمتَصُّ المواد البسيطة فتدخل الدم عبر الأوعية الدموية الموجودة في أنحاء الجهاز وتنقل إلى خلايا الجسم. وفي الخلايا تستخدم المواد الغذائية لتوفير الطاقة وبناء الأنسجة الجديدة. لمزيد من المعلومات حول كل العمليات المختلفة، أنظر الصفحات 100-104. أما الأقسام الرئيسية للجهاز الهضمي فندرجها في هاتين الصفحتين. ويلعب البنكرياس والكبد (انظر ص 68) أيضاً دوراً حيوياً في عملية الهضم بوصفهما الغدتين الهضميتين(*) الرئيسيتين digestive glands (إذ تنتجان العصارات الهضمية(*) digestive juices).

• **القناة الهضمية** alimentary canal. (تسمى أيضاً alimentary tract أو enteric canal، أو gastrointestinal (GI) tract أو gut). مصطلح يجمع كل أجزاء الجهاز الهضمي. وهي أنبوب طويل ممتد من الفم إلى الشرج (أنظر **المعى الغليظ**). ومعظم أجزاء القناة يقع في قسم الجسم السفلي أو **البطن** abdomen، داخل تجويف الجسم الرئيسي أو **الجوف المحيطي الحشوي**(*) perivisceral cavity. وهذه الأجزاء معلقة في أمكنتها بواسطة **الصفاقات** mesenteries، وهي انثناءات في بطانة الجوف (**الصِّفاق** peritoneum).

• **البلعوم** pharynx. تجويف في الجزء الخلفي من الفم، حيث يلتقي **التجويفان الفموي**(*) oral cavity **والأنفي**(*) nasal cavity. فعندما يُبلع الطعام تغلق **اللَّهاة** soft palate – وهي سَديلة نسيجية موجودة في الفم الخلفي – الفجوتين الأنفيتين – فيما يغلق **لسان المزمار**(*) epiglottis **القصبة الهوائية**(*) trachea.



• **المريء** oesophagus أو gullet. أنبوب يمر فيه الطعام وصولاً إلى المعدة. أما قطعة الطعام المُبْتَلَع فتسمَّى **المُضْغة** bolus.



(*) التجويف المحيطي الحشوي 37؛ الحنك الصلب 79؛ العصارات الهضمية 68 ؛ الغلصمة 70؛ القصبة الهوائية 70

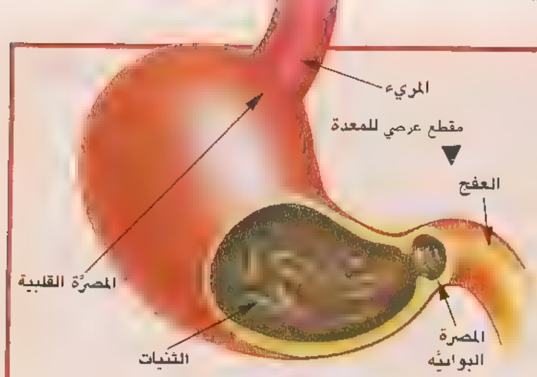
• **المصرَّة القلبية** cardiac sphincter (تسمى أيضاً المصرة المريئية – المعدية gas-troesophageal sphincter). حلقة عضلية تقع بين المريء والمعدة، تفتح حين تتمدد فتسمح للطعام بالدخول.

• **المعدة** stomach. كيس كبير تحدث فيه مراحل الهضم الأولى، بطانته فيها **غُضون** rugae تنبسط فتمدِّد المعدة. ويخترق بعض المواد – كالماء مثلاً – جدار المعدة إلى الأوعية الدموية المجاورة، بيد أن معظم الغذاء نصف المهضوم (**الكيموس** chyme) يذهب إلى **المعى الدقيق** (**الاثني عشري**).

• **المعى الدقيق** small intestine. موقع الهضم الرئيسي، وهو عبارة عن أنبوب ملتفّ مكوَّن من ثلاثة أجزاء هي **العفج** أو **الاثنا عشري** duodenum **والصائم** jejunum **واللفائفي** ileum. وثمة «أصابع» دقيقة تدعى **الزُغابات** villi تنبثق من بطانته. وتحتوي كل زغابة على **شعيرات**(*) capillaries (أوعية دموية دقيقة) تمتص معظم الغذاء، **ووعاء لمفي**(*) lymph vessel يُدعى **الوعاء اللَّبني** lacteal الذي يمتص الجزيئات الدهنية المتحدة (أنظر **الدهون** fats، ص 100). أما مزيج الفضلات نصف السائل فيذهب إلى **المعى الغليظ**.

• **المعى الغليظ** large intestine. أنبوب غليظ يتلقَّى الفضلات من **المعى الدقيق**. وهو يتكوَّن من **الأعور**(*) caecum **والقولون** colon **والمستقيم** rectum **والقناة الشرجية** anal canal. يحتوي القولون على بكتيريا تحلِّل أي غذاء متبقٍّ وتصنع بعض الفيتامينات المهمة. أما معظم الماء في الفضلات فيعبر جدران القولون إلى الأوعية الدموية المجاورة، مما يترك كتلة نصف صلبة (**البراز** faeces) لا تلبث أن يتم إخراجها من الجسم (**التبرز** defaecation) عبر المستقيم والقناة الشرجية ثم **الشرج** anus (وهو عبارة عن فتحة محاطة بحلقة عضلية تدعى **المصرة الشرجية** anal sphincter).

• **الزائدة** appendix. أنبوب صغير مسدود يبرز من **الأعور** (أنظر **المعى الغليظ**) وهو عضو أثري vestigial، أي كان مفيداً لأسلافنا، ولكنه فقد دوره اليوم.



• **المصرَّة البوابية** pyloric sphincter. تسمى أيضاً **الصمام البوَّابي** pyloric valve أو pylorus. حلقة عضلية بين **المعدة والمعى الدقيق**. تنبسط المصرة فتسمح للطعام بالعبور إثر حدوث تغييرات هضمية معينة.



• **الغشاء المخاطي** mucous membrane أو mucosa. طبقة نسيج رقيقة تبطن كل الممرات الهضمية (وممرات أخرى، كالممرات الهوائية). والغشاء المخاطي هو نوع خاص من **الغشاء الظهاري**(*) epithelium، يحتوي على **غدد خارجية الإفراز**(*) exocrine glands وحيدات الخلية تدعى **الغدد المخاطية** mucous glands، التي تفرز **المخاط** mucus، وهو مائع مزلِّق يحمي الممرات الهضمية أيضاً من فعل **العصارات الهضمية**(*).

• **التمعُّج** peristalsis. موجات تقلصية تسببها العضلات في جدران الأعضاء (وخصوصاً الأعضاء الهضمية)، فتتحرك نتيجة لها المواد من مكان إلى آخر.

(*) الأعور 43؛ أوردة، شرايين 60؛ شعيرات، عصارات هضمية، غدد خارجية الإفراز 68

الغـــدد

الغدد glands أعضاء خاصة (أو هي في بعض الأحيان مجموعات خلايا أو خلايا منفردة) تنتج مواد مختلفة حيوية للحياة وتفرزها. وثمة نوعان من الغدد: غدد خارجية الإفراز exocrine glands وغدد داخلية الإفراز endocrine glands.

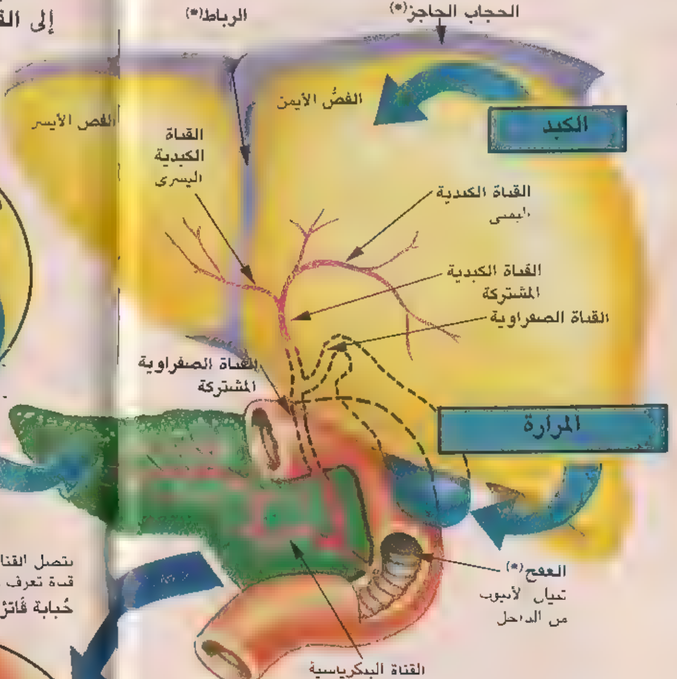
الغدد خارجية الإفراز

الغدد خارجية الإفراز غدد تفرز مواد عبر أنابيب أو القنوات ducts على سطح ما أو في تجويف ما. ومعظم غدد الجسم خارجية الإفراز كغدد العرق(*) sweatglands والغدد الهضمية.



• **الغدد الهضمية digestive glands**. غدد خارجية الإفراز تطلق سوائل تدعى **العصارات الهضمية digestive juices** في أعضاء الجهاز الهضمي. وتحتوي هذه العصارات على **أنزيمات(*) enzymes** تحلل الغذاء (أنظر اللوحة على الصفحتين 108-109). وكثير من الغدد صغير ويقع في جدران الأعضاء الهضمية **كالغدد المعدية gastric glands والغدد المعوية intestinal glands** في المعى الدقيق. وبعض الغدد كبير وأكثر استقلالاً، **كالغدد اللعابية، وأكبرها البنكرياس والكبد**.

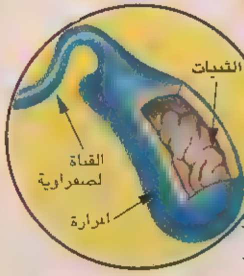
• **البنكرياس pancreas**. غدة كبيرة هي في آن غدة هضمية وغدة صماء تنتج العصارة **البنكرياسية pancreatic juice** (أنظر اللوحة على الصفحتين 108-109) فتفرزها على طول **القناة البنكرياسية pancreatic duct** أو قناة **ويرسونْغ**. ويحتوي البنكرياس على مجموعات من الخلايا تُسَمَّى **جزر لنغرهانس islets of Langerhans**، تكوِّن الأقسام الصماء منه وتنتج هرموني(*) الإنسولين(*) والغلوكاغون(*).

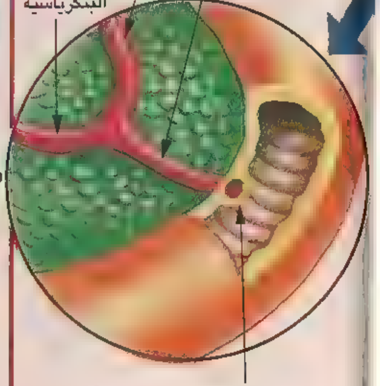


• **الكبد liver**. أكبر الأعضاء، وأحد أدواره العديدة كونه **غدة هضمية تفرز الصفراء bile** (أنظر اللوحة على الصفحتين 108-109) على طول **القناة الكبدية المشتركة common hepatic duct**. ومن مهماته الحيوية الأخرى تحويل المادة الغذائية المهضومة حديثاً وتخزينها (أنظر الرسم، ص 101)، وهي المادة التي يتلقاها من **الوريد الكبدي البابي hepa-tic portal vein** (أنظر الصورة، ص 61). ويضبط الكبد كمية الغلوكوز في الدم، كما يقوم بإتلاف الخلايا الحمراء البالية ويخزن الفيتامينات والحديد ويصنع بروتينات الدم المهمة.

(*) الإثنا عشري 67 ، الأنزيمات 103، الإنسولين 106، الحجاب الحاجز 70، غدد العرق 83، الغلوكاغون، الهرمونات 106.

• **المرارة gall bladder**. كيس يُخَزِّن الصفراء bile (المصنوعة في الكبد) بشكلها المركّز إلى حين يُحتاج إليها (أي حينما يوجد غذاء في الاثني عشري(*)). وبطانتها ذات غضون rugae عديدة تنبسط عندما تتمدد. تنعصر الصفراء عند الحاجة فتتسرب إلى **القناة الصفراوية cystic duct** والقناة الصفراوية المشتركة common bile duct.



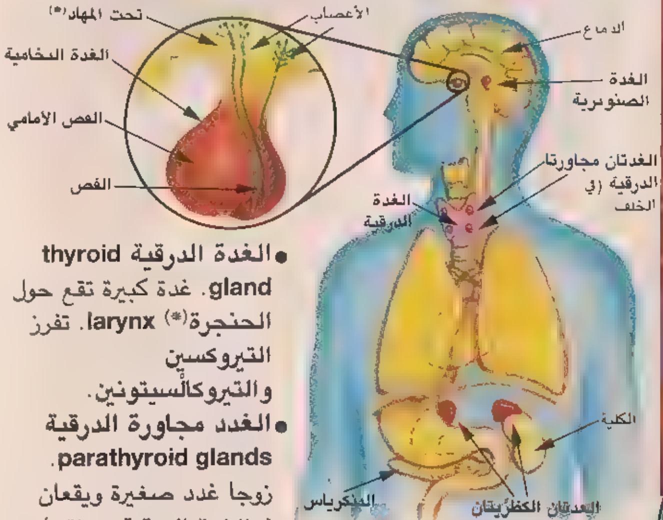


حلقة عضلية تعرف باسم مصرّة اودي. إذا كانت المصرة مغلقة فإن الصفراء الآتية من الكبد تجبر على الدخول إلى المرارة

الغدد داخلية الإفراز

الغدد داخلية الإفراز endocrineglands أو **الغدد الصمّاء ductless glands** هي الغدد التي تفرز مواد تسمى **الهرمونات hormones** في الدم مباشرة (أي إلى الأوعية الدموية الموجودة في الغدد). ولمزيد من المعلومات عن الهرمونات أنظر اللوحة الموجودة في الصفحتين 106-107. ويمكن أن تكون هذه الغدد أجساماً منفصلة (كتلك أدناه)، أو خلايا داخل أعضاء كما في الأعضاء الجنسية.

• **الغدة النُخامية pituitary gland**. وتسمى أيضاً النخامة **hypophysis**. غدة عند قاعدة الدماغ، تتأثر مباشرة بـ «**تحت المهاد**» (*) **hypothalamus** (أنظر الهرمونات، ص 106). وهي مكونة من فَصٍّ أمامي (**النخامة الغدية adenohypophysis**) وفصٍّ خلفي **posterior lobe** (**النخامة العصبية neurohypophysis**). أما العديد من هرموناتها فتعتبر هرمونات **محفِّزة tropic hormones**، أي أنها تحفز غدداً أخرى كي تفرز هرموناتها. وهي تفرز هرمونات ACTH و TSH و STH و FSH و LH و lactogenic hormone و oxytocin و ADH.



• **الغدة الدرقية thyroid gland**. غدة كبيرة تقع حول **الحنجرة(*) larynx**. تفرز **التيروكسين والتيروكالسيتونين**.

• **الغدد مجاورة الدرقية parathyroid glands**. زوجا غدد صغيرة ويقعان في الغدة الدرقية. وينتجان هرمون PTH.

• **الغدة الصنوبرية pineal gland** أو **الجسم الصنوبري**. غدة صغيرة تقع أمام الدماغ. دورها ليس واضحاً. مع أنه من المعروف أنها تفرز **الميلاتونين**، وهو هرمون يؤثر على إنتاج **الهرمون الجنسي(*) sex hormone**.

• **الغدتان الكُظريتان adrenal glands** أو **suprarenal glands**. زوج غدد تقع الواحدة منهما فوق إحدى الكليتين ولكل غدة **قشرة خارجية cortex** تنتج **الألدوستيرون والكورتيزون والهيدروكورتيزون**، وثمة طبقة **داخلية medulla تنتج الأدرينالين adrenalin والنورادرينالين noradrenalin**.

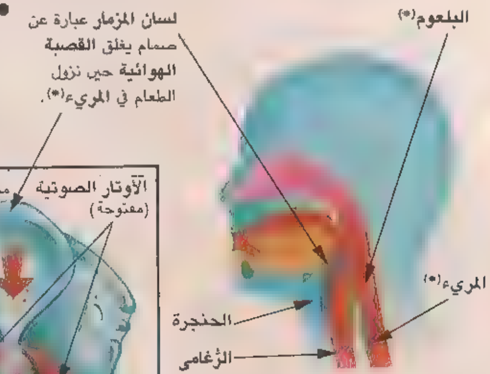
(*) الاثنا عشري 67 (المعى الدقيق)، تحت المهاد 75، الحنجرة 70، الهرمونات الجنسية 106

الجهاز التنفسي



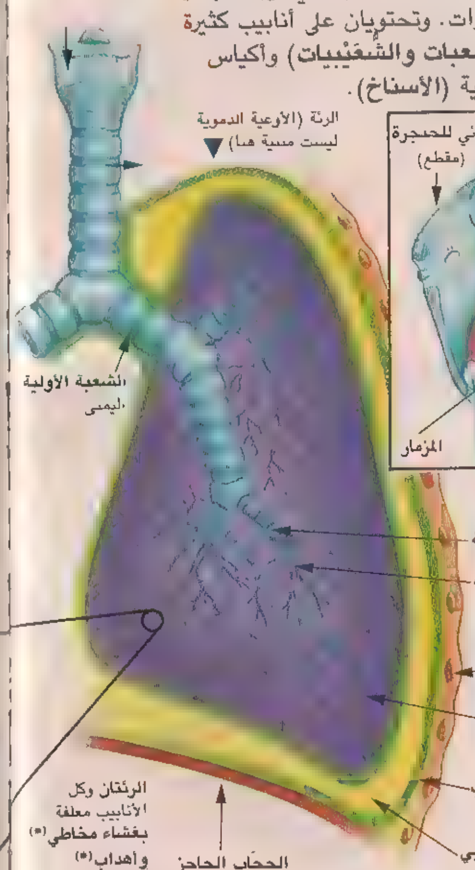
يشمل مصطلح التنفس respiration ثلاث عمليات هي: **التهوية** (أي إدخال الأكسجين، وإخراج ثاني أكسيد الكربون)، **والتنفس الخارجي** (أي تبادل الغازات بين **الرئتين والدم** ـ أنظر أيضاً خلايا الدم الحمراء، ص 58)، **والتنفس الداخلي** (أي تحليل الغذاء باستخدام الأكسجين وإنتاج ثاني أكسيد الكربون ـ أنظر الصفحتين 104-105). في ما يلي سرد للأقسام المكونة **لجهاز التنفس** عند الإنسان.

● **الرئتان lungs**. عضوا التنفس الرئيسيان اللذان يجري فيهما تبادل الغازات. وتحتويان على أنابيب كثيرة (**الشعبات والشُعَيْبات**) وأكياس هوائية (**الأسناخ**).



● **الرُّغامى trachea** أو **القصبة الهوائية windpipe**. الأنبوب الرئيسي الذي يمر فيه الهواء إلى **الرئتين** ومنهما.





● **الحنجرة larynx**. «علبة الصوت» الواقعة في أعلى **الرغامى**، وتحتوي على **الأوتار الصوتية vocal cords** ـ وهي عبارة عن قطعتي نسيج تلتفان إلى الداخل من بطانة الرغامى وتتصلان بلوحتين **غضروفيتين**(*). وتسمى الفتحة التي بين الأوتار **المزمار glottis**. فأثناء الكلام تشد العضلات اللوحتين الغضروفيتين (ومعهما الأوتار) ويسبب الهواء الذي يمر خلال الوترين اهتزازهما فتصدر الأصوات.

● **غشاء الجنب pleura** أو **pleural membrane**. طبقة نسيجية تحيط بكل من **الرئتين** وتبطن **التجويف الصدري thorax**. وبين غشاء الجنب المحيط بالرئتين وغشاء الجنب المبطن للصدر يوجد فراغ (**التجويف الجنبي pleural cavity**) يمتلىء **بالمائع الجنبي pleural fluid**. وهذا التجويف وما فيه من مائع جنبي يكون **الكيس الجنبي**.

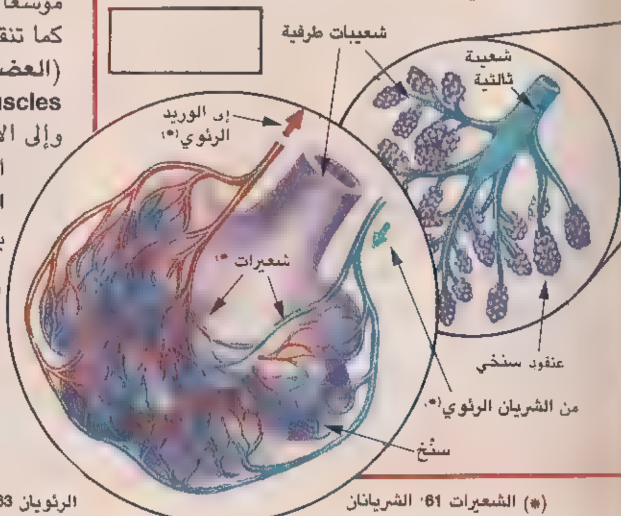
● **الحجاب الحاجز diaphragm** أو **midriff**. صفحة من نسيج عضلي تفصل الصدر عن القسم الأسفل من الجسم أو **البطن abdomen**. يكون عند الراحة في وضع مقوّس إذ يدفعه جدار البطن من أسفل إلى أعلى.

(*) الأهداب 40، الغشاء المخاطي 67، الغضروف 53، المريء، البلعوم 66

● **الشُعبات bronchi**. الأنابيب الرئيسية التي تتشعب إليها **القصبة الهوائية**. والفرعان الأولان هما **الشعبتان الأوليان** اليسرى واليمنى. كل يحمل الهواء إلى **رئة** (عبر ثقب يسمى **البُوَيب hilum**) بمحاذاة **الشريان الرئوي**(*) **pulmonary artery** الذي يجلب الدم إلى الداخل. وتتفرغ الشعبتان إلى **شعبات ثانوية secondary bronchi وثالثية terti-ary bronchi**، ومن ثم إلى **شُعيبات**، وكلها تتواكب مع الأوعية الدموية المتفرعة من الشريان الرئوي، التي تعود فتلتقي لتشكل **الوريدين الرئويين**(*) **pulmonary veins**.

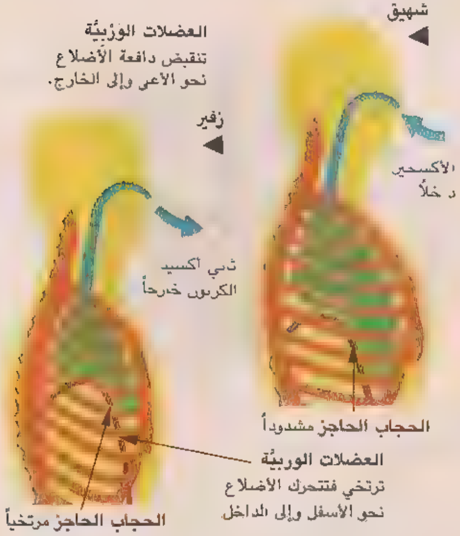
● **الشُعَيبات bronchioles**. ملايين الأنابيب الدقيقة في **الرئتين**، ، المترافقة جميعاً مع الأوعية الدموية. والشعيبات تتفرع من **الشعبات الثالثية** (أنظر **الشعبات**) ولها فروع أصغر تسمى **الشعيبات الطرفية terminal bronchioles** تنتهي كل واحدة منها بعنقود من **الأسناخ**.

● **الأسناخ alveoli** ملايين الأكياس الدقيقة المرتبطة **بالشعيبات الطرفية** (أنظر **الشعيبات**). والأسناخ محاطة **بالشعيرات**(*) **capillaries** التي يتشبَّع دمها بثاني أكسيد الكربون الذي يعبر جدران الشعيرات إلى جدران الأسناخ (في طريقه إلى الزفير). أما الأكسجين الذي يستنشق فيدخل الأسناخ ويعبر منها إلى الشعيرات التي تندمج لاحقاً معاً لتشكل في نهاية المطاف **الوريدين الرئويين**(*).



التنفس

● **التنفس breathing**. يتكوَّن من **الشهيق** (دخول الأكسجين) **والزفير** (خروج ثاني أكسيد الكربون). وهما فعلان تلقائيا الحدوث، تضبطهما أعصاب **المركز التنفسي respiratory centre في النخاع المستطيل**(*) **medulla**. تعمل هذه الأعصاب عندما يرتفع مستوى ثاني أكسيد الكربون في الدم.



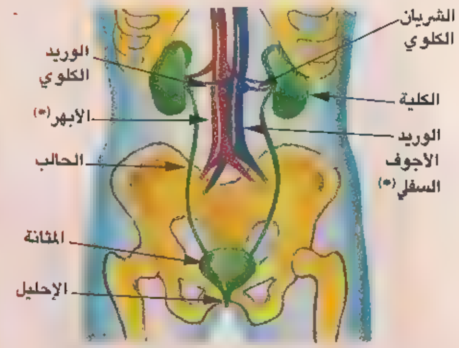
● **الشهيق inhalation** أو **inspiration**. فعل التنفس نحو الداخل. ويترافق مع تقلص **الحجاب الحاجز diaphragm** وانبساطه موسعاً بحركته هذه التجويف الصدري. كما تنقبض أيضاً العضلات بين الأضلاع (**العضلات الوَرْبية intercostal muscles**) دافعة الأضلاع نحو الأعلى وإلى الأمام مما يوسع التجويف. هذا التوسع الشامل يخفض ضغط الهواء في **الرئتين**، فيندفع الهواء ليملأها (حتى يتوازن الضغطان الداخلي والخارجي).

● **الزفير exhalation** أو **expiration**. فعل التنفس نحو الخارج، وأثناءه يرتخي **الحجاب الحاجز والعضلات الوَرْبية** (أنظر **الشهيق**)، فيندفع الهواء إلى خارج الرئتين، عندما يصغر حجم التجويف الصدري.

(*) الشعيرات 61، الشريانان الرئويان 63، النخاع المستطيل 75، الوريدان الرئويان 63

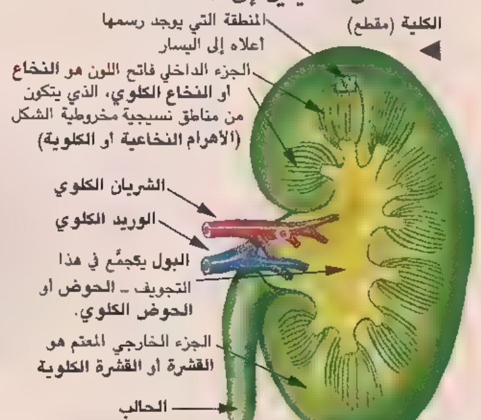
الجهـــاز البـــولي

● **الجهاز البولي urinary system** هو الجهاز الرئيسي لأعضاء الجسم التي تقوم بعملية **الإفراغ excretion**، أي عملية التخلص من المواد غير المطلوبة. وهذه الأقسام نعرِّفها أدناه. وتقوم الرئتان والجلد بدور في عملية الإفراغ (زفير ثاني أكسيد الكربون والتعرُّق على التوالي).



● **الكليتان kidneys**. عضوان في ظهر الجسم أسفل الأضلاع مباشرة. تعتبر الكليتان عضوي الإفراغ الرئيسيَّين، اللذين يصفيان من الدم الفضلات، كما يضبطان مستوى السوائل في الجسم ومحتوياتها (أنظر الاستتباب homeostasis، ص 105). يدخل الدم إلى الكلية بواسطة **شريان كلوي renal artery** ويخرج منها بواسطة **وريد كلوي renal vein**.

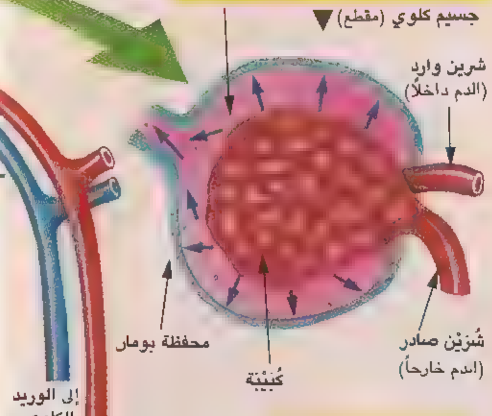
● **الحالبان ureters**. أنبوبان ينقلان البول urine من الكليتين إلى المثانة.



داخل الكلية

1 **الارتشاح الكبيبي** ما إن يُعتصر الدم بواسطة الكبيبات حتى يندفع معظم مائه وأملاحه المعدنية وفيتاميناته وغلوكوزه وحموض الأمينية(*) وبولته إلى محفظة بومان مكوِّنة جميعه **الراشح الكبيبي**

جسيم كلوي (مقطع) ▼



2 **الراشح الكبيبي** يتحرك داخلاً القنية الملتفة القريبة.

● **الكُلْيُونات nephrons**. وحدات تصفية دقيقة في الكلية (وعددها حوالي المليون في الكلية الواحدة). وتتألف كل وحدة من **جسيم كلوي** ونُبَيْب بولي.

● **الجُسَيْمات الكلوية renal corpuscles** أو **جُسَيْمات ملبيغي Malphighian corpuscles**. الجسيمات التي تستخلص الموائع من الدم. ويتألف كل منها من **كُبَيْبَة** واحدة و**محفظة بومان** واحدة.

● **المثانة bladder**. كيس يتجمع فيه خزين البول. تكثر **الثنيات (الغضون rugae)** في بطانته وتوسع حجمه عند تمددها. وفي المثانة حلقتان عضليتان هما **المصرَّتان البوليتان الداخلية والخارجية urinary sphincters**، تضبطان انفتاح المثانة على **الإحليل urethra**. فعندما يبلغ حجم البول مستوى معيناً، تحفز الأعصاب المصرّة الداخلية فتنفتح، أما المصرّة الخارجية فهي تخضع لضبط واعٍ (إلا عند الأطفال الصغار)، ويمكن إبقاؤها مُغلقة وقتاً أطول.

(*) الأبهر، الوريد الأجوف السفلي 63؛ الحموض الأمينية 100 (البروتينات).

3 **اعادة الامتصاص الانبوبية** يسلك الراشح الكبيبي طريق النُّبَيْب البولي فيصيب معظم الڤيتامينات والغلوكوز والحموض الامينية(*) في الدم بواسطة الشعيرات(*)

4 بعض الأملاح المعدنية أيضاً يعاد امتصاصه ويضبط **الهرمون(*) الدوسترون(*)** عملية اعادة امتصاصها إذا احتاج الأمر

5 ويعاد امتصاص بعض الماء أيضاً، ويضبط هذه العملية **الهرمون(*) ADH (*)**

6 **الإفراز الأنبوبي** بعض المواد ـ كالأموبي وبعض الأدوية ـ تعبر من الدم إلى النبيب البولي

7. **ويعبر البول** الناتج إلى **القناة المجمّعة**

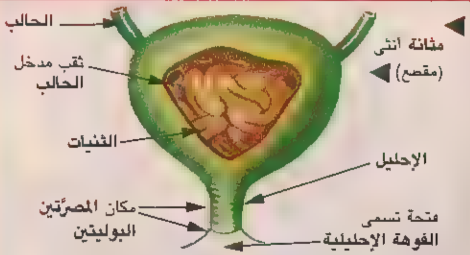


● **محفظة بومان Bowman's capsule**. الجزء الخارجي من كل **جسيم كلوي**، وهو كيس رقيق الجدران يحيط **بالكُبَيْبَة**.

● **النُّبَيْبات البولية uriniferous tubules** أو **النبيبات الكلوية renal tubules**. أنابيب طويلة يمتد كل منها من محفظة بومان. ولكل نُبَيْب ثلاثة أقسام: **القنية الملتفة القريبة proximal convoluted tubule**، و**عروة هنلي loop of Henlé**، و**القنية الملتفة البعيدة distal convoluted tubule**. وللنبيب **شعيرات(*)** عديدة تلتف حوله. وهي فروع **للشرين الصادر** (أنظر الكبيبة) تتحد مرة ثانية لتشكل أوعية دموية أكبر حجماً لنقل الدم من الكلية kidney.

● **القناة المجمّعة collecting duct** أو **النبيب المجمِّع collecting tubule**. أنبوب ينقل **البول** من عدة نبيبات بولية إلى حوض الكلية.

● **الكُبَيْبَة glomerulus**. كرة من **شعيرات(*) capillaries** ملتفة موجودة في مركز كل **جُسَيْم كلوي**. والشعيرات تتفرع من **شُرَيْن(*) arteriole** يدخل الجسيم (**شرين وارد afferent arteriole**) ثم تتجمع مجدداً لتخرج منه (**شرين صادر efferent arteriole**).



● **الإحليل urethra**. أنبوب ينقل **البول** من **المثانة** إلى خارج الجسم (وينقل عند الرجل **المني(*) sperm** أيضاً ـ أنظر **القضيب penis**، ص 88). يسمى طرح البول **التبوُّل urination** أو **micturition**.

● **البولة urea**. فَضْلة ذات محتوى آزوتي **nitrogenous** تنتج عن تفكك فائض **الحموض الأمينية(*) amino acids** في الكبد. والبولة تجري في الدم إلى أن يبلغ الكليتين مع كميات أقل من مواد مشابهة كالكرياتِنين.

● **البول urine**. السائل الذي يخرج من **الكليتين**. يتكوَّن أساساً من البُولة وماء فائض وأملاح معدنية.

(*) الدوستيرون 106؛ الشرين 60 (الشرايين)؛ الشعيرات 61؛ المني 93 (العرائس)؛ الهرمونات 106

الجهاز العصبي المركزي

الجهاز العصبي المركزي central nervous system (ج ع م). مركز التحكم بالجسم. فهو الذي ينسِّق جميع أفعاله الميكانيكية والكيميائية (ذات العلاقة **بالهرمونات**(*) hormones). ويتألف هذا الجهاز من الدماغ والنخاع الشوكي. وتحمل ملايين الأعصاب في الجسم «الرسائل» (أي النبضات العصبية) من هذه المناطق المركزية وإليها (أنظر ص 78-81).

● **الدماغ brain**. هو العضو الذي يضبط معظم أنشطة الجسم ويديرها. وهو العضو الوحيد القادر على إنتاج فعل «ذكي»، أي مبني على تجربة سابقة (معلومات مخزَّنة) وأحداثٍ راهنة وخطط مستقبلية. وهو مؤلف من ملايين **العَصْبُونات**(*) neurons (الخلايا العصبية) المرتبة في **مناطق حسِّية sensory areas وترابطية association وحركية motor**.



فالمناطق الحسية تتلقَّى معلومات (أي نبضات عصبية) من كل أجزاء الجسم، فتقوم مناطق الربط بتحليلها واتخاذ القرارات. أما المناطق الحركية فترسل النبضات (الأوامر) إلى العضلات أو الغدد. وتحمل النبضات ألياف من 43 زوجاً عصبياً هي: 12 زوجاً من **الأعصاب القِحفية** (أي **الجمجمية cranial nerves**) التي تخدم الرأس، و 31 زوجاً من **الأعصاب الشوكية spinal nerves** (أنظر النخاع الشوكي).

أجزاء الدماغ

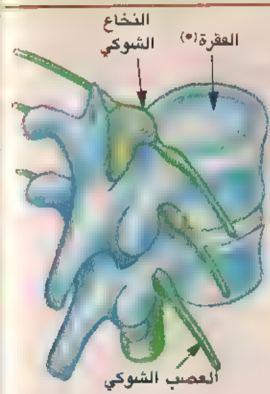
● **المخّ cerebrum**. المنطقة الأكبر والأكثر تطوراً، وفيه تعرجات عميقة ويتكوَّن المخ من نصفي **كرة مخيين cerebral hemispheres** يصل بينهما **الجسم الثفني corpus collasum** (شريط من **ألياف عصبية**(*) nerve fibres) وتسمى طبقتهما الخارجية **القشرة المخية cerebral cortex**. وفي المخ توجد أهم المناطق الحسية والترابطية والحركية (أنظر الدماغ). ويقوم المخ بضبط معظم النشاطات الجسدية، ويعتبر مركز النشاطات الذهنية كاتخاذ القرارات والكلام والتعلم والذاكرة والتخيّل.

● **المُخَيْخ cerebellum**. المنطقة التي تنسِّق حركة العضلات والتوازن، وهما أمران يقعان تحت السيطرة العامة **للمخّ**.

● **الدماغ الأوسط midbrain** أو **mesencephalon**. منطقة تربط ما بين **الدماغ البيني والجسر**. وهو يحمل النبضات إلى **المهاد thalamus**، ومن المخ إلى **النخاع الشوكي**.

● **الجسر pons** أو **جسر فارولي pons Varolii**. وصلة من **ألياف عصبية**(*) تشكل رابطة ما بين **أجزاء الدماغ والنخاع الشوكي** (عبر **النخاع المستطيل**).

● **النخاع الشوكي spinal cord**. وتر طويل من النسيج العصبي يمتد من **الدماغ** داخل **العمود الفقري**(*) **vertebral column**. وتمر عبره النبضات العصبية من كل أجزاء الجسم. بعضها ينتقل إلى **الدماغ** أو بعيداً عنه، وبعضها يعالج في النخاع نفسه (أنظر **الأفعال اللاإرادية** ص 81). يتفرع 31 زوجاً من **الأعصاب الشوكية** من النخاع الشوكي عبر الفجوات القائمة بين **الفقرات**(*) **vertebrae**. يتكون كل عصب شوكي من مجموعتين من الألياف: **جذر حسي sensory root** ويتكون من ألياف **عصبونات حسية**(*) **sensory neurons** تستجلب النبضات، **وجذر محرك motor root** ويتكون من ألياف **عصبونات محركة**(*) **motor neurons** (تأخذ النبضات بعيداً).



(*) ألياف عصبية، عصبونات 76 عصبونات حسية 77: الفقرات، العمود الفقري 50: عصبونات محركة 77 الهرمونات 106



● **المهاد thalamus**. المنطقة التي تقوم باول فرز أساسي للنَبضات الواردة وتوجِّهها إلى مختلف أجزاء المخ، كما توجه بعض النبضات الصادرة.

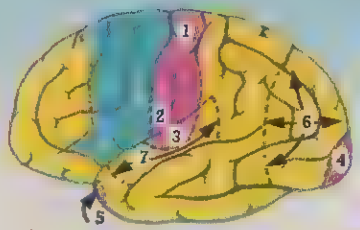
● **تحت المهاد hypothalamus**. الضابط المدير لمعظم وظائف الجسم الداخلية. فهو يتحكم **بالجهاز العصبي المستقل**(*) **autonomic nervous system** (أي الخلايا العصبية التي تسبب الأفعال غير الواعية كحركة الغذاء في الأمعاء مثلاً) وفعل **الغدة النخامية**(*) **pituitary gland**. ونشاطات تحت المهاد مهمة وحيوية بالنسبة إلى **الاستتباب**(*) **homeostasis**، أي إقامة استقرار الظروف الداخلية وثباتها.

● **الدماغ البَيْني diencephalon**. مصطلح يجمع المهاد وتحت المهاد.

مناطق المخ

مناطق الحس. تستقبل النبضات الواردة
1 منطقة الحس العامة تستقبل نبضات من العضلات والجلد والأعضاء الداخلية
2 المنطقة الذوقية الأولية نبضات من اللسان
3 المنطقة السمعية الأولية نبضات من الأذنين
4 المنطقة البصرية الأولية نبضات من العينين
5 المنطقة الشمية الأولية نبضات من الأنف

المناطق المحركة النبضات تبعث من كل نقطة دقيقة إلى عضلة مختصة

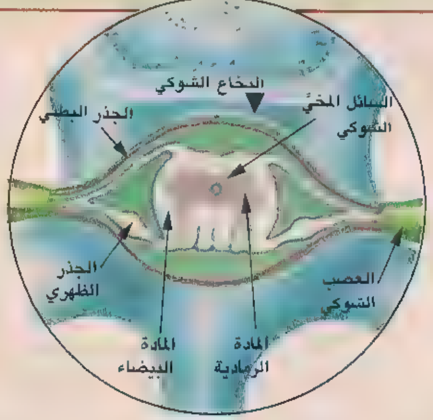


مناطق الترابط. تترجم النبضات وتتخذ القرارات، من هذه المناطق المختصة
6 منطقة الترابط البصري. تنتج البصر
7. منطقة الترابط السمعي تنتج السمع.

● **النخاع المستطيل medulla oblongata** المنطقة التي تسيطر على الضبط الدقيق لكثير من الأفعال غير الواعية (الواقعة تحت السيطرة العامة لتحت المهاد). وتتحكم أجزاؤه المختلفة بأفعال مختلفة، فمثلاً يضبط **المركز التنفسي** التنفس.

● **جذع الدماغ brain stem**. مصطلح جامع للدماغ الأوسط والجسر والنخاع المستطيل

● **الدِبْق العصبي neuroglia**. خلايا عصبية متخصصة تحمل **عصبونات**(*) الجهاز العصبي المركزي ويحميها. وبعضها ينتج مادة دهنية بيضاء تدعى **النخاعين myelin** (أنظر **خلايا شوان**، ص 76). وهذه المادة تغطي الألياف الطويلة الموجودة في مناطق **الدماغ الضامَّة** وفي طبقة **النخاع الشوكي** الخارجية وتقود إليها وتسمى **المادة البيضاء white matter**. أما **المادة الرمادية** فتتكون أساساً من **أجسام خلوية**(*) ولا تنتج أليافها القصيرة ولا دِبْقها العصبي مادة النخاعين.



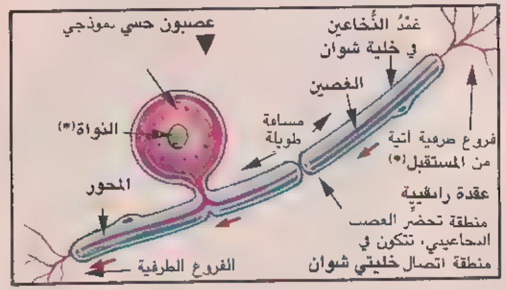
(*) استتباب 105: جسم الخلية 76 الجهاز العصبي المستقل 80: السحاق 52: العصبونات 76 الغدة النخامية 69

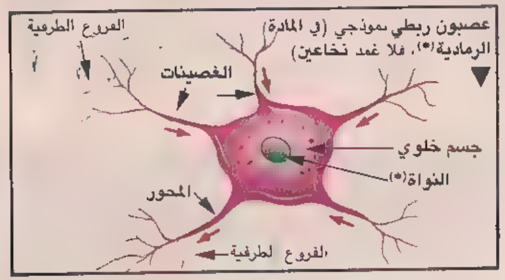
وحدات الجهاز العصبي

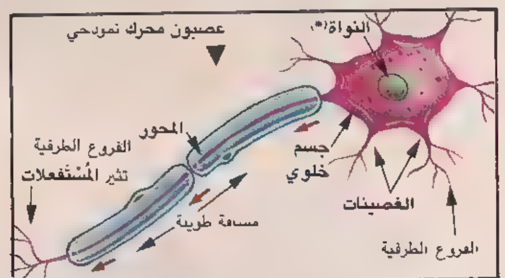
الخلايا العصبية أو العَصْبُونات neurons هي الوحدات التي يتألف منها كل من الدماغ والنخاع الشوكي (الجهاز العصبي المركزي(*) central nervous system) وأعصاب بقية الجسم (الجهاز العصبي المحيطي peripheral nervous system). والعصبونات فريدة لكونها قادرة على نقل «الرسائل» الكهربائية (النبضات العصبية الحيوية) إلى كل أنحاء الجسم. ويتألف كل عصبون من جسم خلوي ومحور وغصين واحد أو أكثر dendrites، كما توجد ثلاثة أنواع من العصبونات: الحسي sensory، والربطي association والمحرك motor.

أجزاء العصبون

- **الجسم الخلوي cell body** أو **perikaryon**. ذلك الجزء من العصبون المحتوي على النواة(*) nucleus ومعظم السيتوپلازما(*) cytoplasm. تقع الأجسام الخلوية لكل العصبونات الربطية، وبعض الحسية والمحركة، في الدماغ والنخاع الشوكي. أما العصبونات الحسية الأخرى فتوجد في كتل متخصصة تسمى **العُقَد ganglia** أو بمثابة أجزاء من **مستقبلات(*) receptors** عالية التخصص في الأنف والعينين. أما العصبونات المحركة الأخرى فتقع في العقد الذاتية.
- **الألياف العصبية nerve fibres**. ألياف العصبون (المحور والغُصَيْنات)، وهي امتداد لسيتوپلازما(*) الجسم الخلوي يحمل النبضات العصبية الحيوية. ترافق معظم الألياف العصبية التي تمتد في مختلف أنحاء الجسم (أي المتعلقة بالعصبونات الحسية والمحركة) مع خلايا **دبْقية عصبية neuroglial**. وتسمى هذه **خلايا شوانْ Schwann cells** وتنتج **النخاعين(*) myelin** حول كل ليف.
- **الغُصَيْنات dendrites**. الألياف العصبية التي تنقل النبضات إلى الجسم الخلوي. ومعظم العصبونات ذات غصينات قصيرة وعديدة. ولكن نوعاً واحداً من **العصبونات الحسية** يملك غصيناً واحداً طويلاً **dendron**. وتشكل أطراف هذه الغصينات **مستقبلات(*) receptors** في كل أنحاء الجسم، أما الغصينات نفسها فتتجه إلى داخل الأجسام الخلوية (الموجودة في **العقد(*)** خارج النخاع الشوكي مباشرة).





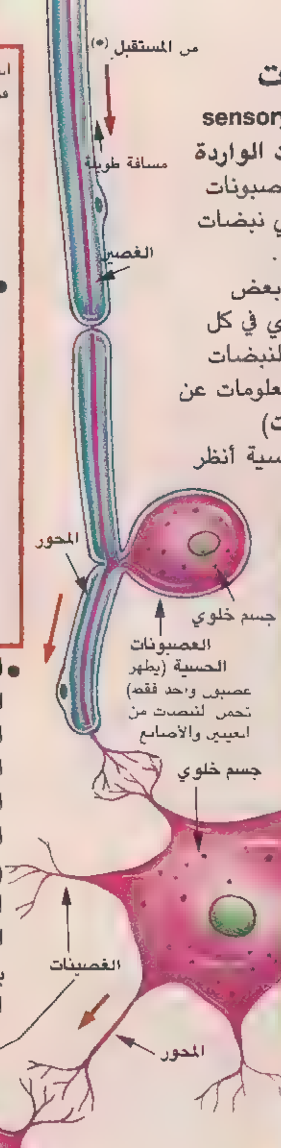


- **المحور axon**. ليف عصبي واحد يحمل النبضات بعيداً من جسم الخلية. إن محاور كل **العصبونات الترابطية والحسية وبعض العصبونات المحركة** تقع بين الدماغ والنخاع الشوكي. أما بقية العصبونات المحركة فتمتد من النخاع الشوكي إلى **العقد الذاتية(*) autonomic ganglia** وإلى **الفواعل effectors**. (أنظر **العصبونات المحرّكة**).

(*) الجهاز العصبي المركزي 74؛ السيتوبلازما 10؛ العقد 78؛ العقد الذاتية 81؛ المادة الرمادية؛ الفواعل 79؛ النخاعين 75 ؛ النواة 10

أنواع العصبونات

- **العصبونات الحسية sensory neurons** أو **العصبونات الواردة afferent neurons**. العصبونات التي تنقل «معلومات» (أي نبضات عصبية) عن الإحساسات. **والغُصَيْنات الأحادية في بعض** العصبونات الحسية تجري في كل الجسم، فتطلق أطرافها النبضات عند الإثارة. ولمزيد من المعلومات عن هذه الأطراف **(المستقبلات)** ومختلف العصبونات الحسية أنظر ص 78-79.







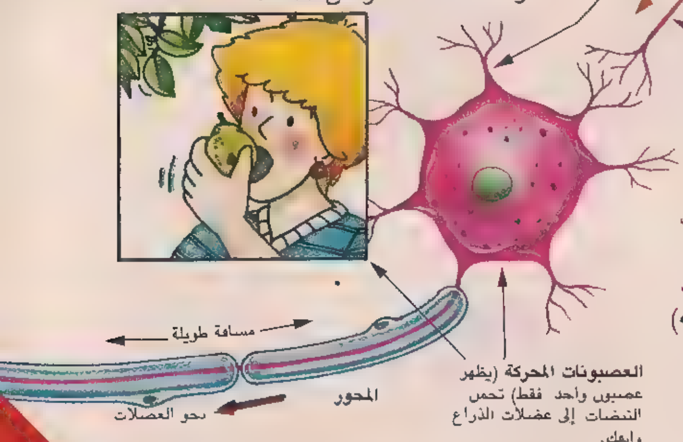
- **عصبونات الترابط association neurons** أو **relay neurons**. عصبُونات متخصصة رابطة موجودة في الدماغ والنخاع الشوكي بوفرة. وهذه العصبونات تلتقط النبضات (من **العصبونات الحسية**) وتترجم المعلومات الحسية وتمرِّرها إلى **العصبونات المحركة** لبدء الفعل.

(*) المستقبلات 79



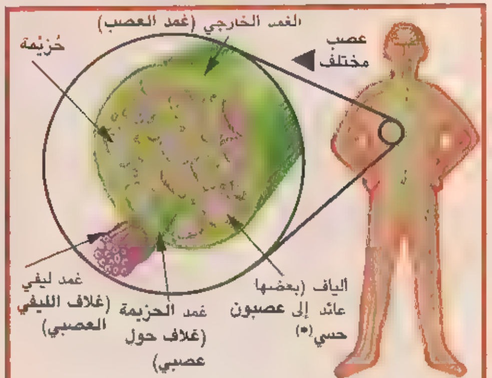
- **المشابك العصبية synapses**. المناطق الدقيقة التي تلتقي فيها أطراف المحور العصبي لعصبون **بغُصَيْنات dendrites** العصبون الذي يليه وعندما تبلغ النبضة طرف المحور فإن مادة كيميائية تسمى **المادة العصبية الناقلة neurotransmitter** تطلق في **الفجوة الدقيقة (الفلح المِشْبكي synaptic cleft)** الفاصل بين الطرف والغصين، وعندما تبلغ تركيزاً محدداً يصبح بإمكان النبضة الانتقال إلى الغصينات.

- **العصبونات المحركة motor neurons** أو **العصبونات الصادرة efferent neurons**. العصبونات التي تنقل «التعليمات» (أي النبضات العصبية) من الدماغ والنخاع الشوكي. تقيم أطراف **محاور** بعض العصبونات المحركة اتصالات مع العضلات أو الغدد (وتسمى **المُسْتَفْعِلات effectors**)، فتحفز النبضات التي تحملها (والتي تلقتها من **العصبونات الربطية**) هذه الأعضاء للقيام بعملها. لمزيد من المعلومات عن العصبونات المحركة المختلفة أنظر ص 80-81.

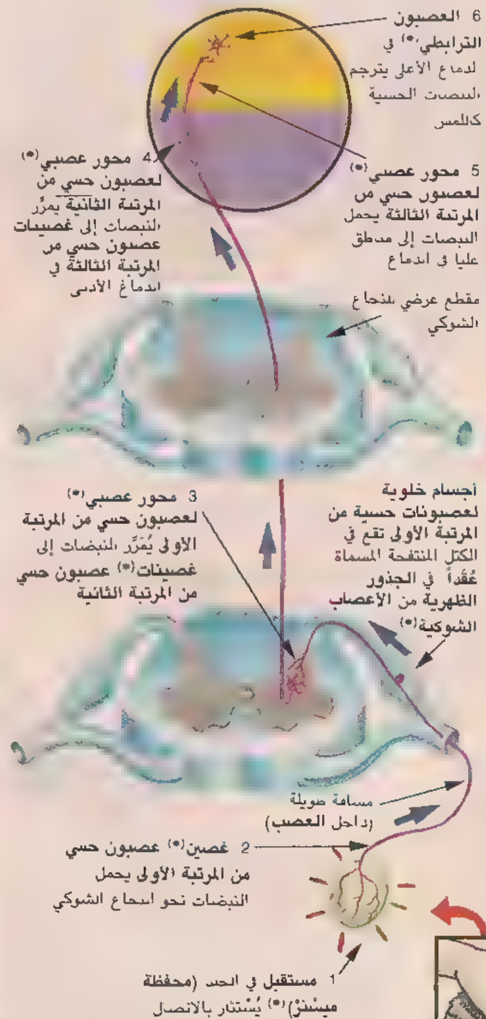


الأعصاب والمسالك العصبية

تعتمد حساسية sensitivity (هيوجية irritability) الجسم (أي قدرته على الاستجابة للمحفزات) على نقل «الرسائل» (أي النبضات العصبية) بواسطة ألياف الخلايا العصبية (**العصبونات**(*) neurons). وتشكل الألياف التي تنقل النبضات إلى الدماغ والنخاع الشوكي جزءاً من **الجهاز الوارد** (أنظر ص 80-81). أما تلك التي تنقل النبضات من الدماغ والحبل الشوكي فتشكل جزءاً من **الجهاز الصادر** efferent system. وتؤلف كل الألياف الموجودة خارج الدماغ والنخاع الشوكي **أعصاب** nerves الجسم، وتعرف مجتمعة باسم **الجهاز العصبي المحيطي** peripheral nervous system (PNS).



• **الأعصاب**. حُزَم من ألياف عصبية وأوعية دموية ونسيج ضام(*). يتألف كل عصب من عدة **حُزَيْمات** ليفية ويشكل كل ليف جزءاً من الخلية العصبية (**العصبون**)(*). للأعصاب الحسية ألياف (**غُصَينات**)(*) من **العصبونات الحسيّة**(*) أما الأعصاب المحركة فليس فيها إلا ألياف (**محاور**)(*) من **العصبونات المحركة**(*) (**الصادرة**)، في حين أن في الأعصاب المختلفة كلا النوعين من الألياف.



إن الطرق التي تسلكها النبضات العصبية هي **المسالك العصبية**. وهذا مسلك مبسَّط لنظام وارد. وفي الرسم يعرض عصبون(*) واحد من كل نوع فقط (والواقع أن عصبونات عديدة تشترك في النظام).

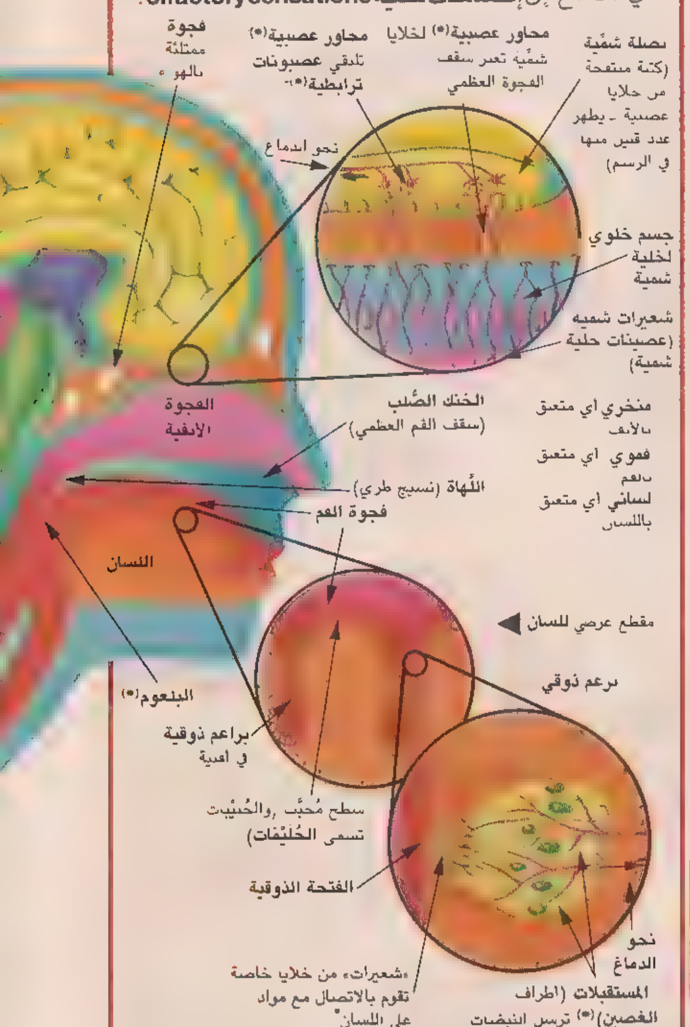
الجهاز الوارد

الجهاز الوارد afferent system. هو جهاز من الخلايا العصبية (**العصبونات**)(*) تنقل أليافه المعلومات الحسية (النبضات الحسية) باتجاه النخاع الشوكي ومنه إلى الدماغ. والخلايا العصبية المولجة بهذا الأمر هي **العصبونات الحسية**(*) (**الواردة**) sensory (afferent) neurons. وترد النبضات من **المستقبلات** receptors فتترجم بواسطة الدماغ إلى إحساسات.



(*) الأعصاب الشوكية 74 ، العصبونات الحسية العصبونات المحركة 77، الغصين 76، النسيج الضام 52

• **الأنف** nose. عضو حاسّة الشم. ينفتح كل من المنخرين على **فجوة أنفية** nasal cavity مبطنة **بغشاء مخاطي**(*) وتكثر فيها **الشعيرات الشمّية** olfactory hairs الممتدة من سطحها. وهذه الشعيرات غُصَينات(*) من **عصبونات حسية**(*) متخصصة تدعى **الخلايا الشمية**. وهي **المستقبلات** التي تترجم نبضاتها في الدماغ إلى **إحساسات شمية** olfactory sensations.



• **اللسان** tongue. عضو التذوّق الرئيسي، وهو عضو عضلي فيه **البراعم الذوقية** taste buds. وهذه الجسيمات الدقيقة تحتوي على **مستقبلات** تُترجم نبضاتها بواسطة الدماغ إلى **إحساسات ذوقية** gustatory sensations.

• **المستقبلات** receptors. أجزاء من **الجهاز الوارد** تنتج النبضات العصبية عندما تُثار. ومعظم المستقبلات هي إما طرف واحد متفرع **لغُصين**(*) dendron طويل من **عصبون حسي من المرتبة الأولى** (أنظر الصورة)، أو مجموعة من هذه الأطراف. وجميع المستقبلات مثبتة داخل أنسجة الجسم، وللعديد منها بنى متكونة حولها (**كالبراعم الذوقية في اللسان**). والمستقبلات موجودة في كل أنحاء الجسم قرب سطحه (في **الجلد والأعضاء الحسية والعضلات الهيكلية**(*) skeletal muscles، إلخ) وفي أعماقه (متصلة بالأعضاء الداخلية وجدران الأوعية الدموية، إلخ).

• **الأعضاء الحسية** sense organs. أعضاء الحواس عالية التخصص، كل يحتوي على مستقبلات عديدة. وهي **الأنف واللسان** والعينان والأذنان. ولمزيد من المعلومات عن العينين والأذنين أنظر ص 84-87.

أقسام الجهاز الوارد

- الجهازان العصبيان المركزي والطرفي كل خلايا الجسم العصبية
  - الجهاز الوارد خلايا عصبية تستحضر النبضات إلى الداخل ونحو الأعلى
    - الجهاز الجسدي الوارد خلايا عصبية تستحضر النبضات من مستقبلات تقع بالقرب من سطح الجسم
    - الجهاز الحشوي الوارد خلايا عصبية تستحضر النبضات من مستقبلات عميقة في الجسم
  - الجهاز الحشوي الصادر خلايا عصبية ترسل النبضات نحو الأسفل وإلى الخارج (أنظر ص 80-81).

(*) البلعوم 66 العصبونات الترابطية 77، العصبون الحسي 77، العضلات الهيكلية 55، الغصين 76، الغشاء المخاطي 76

الجهاز الصادر

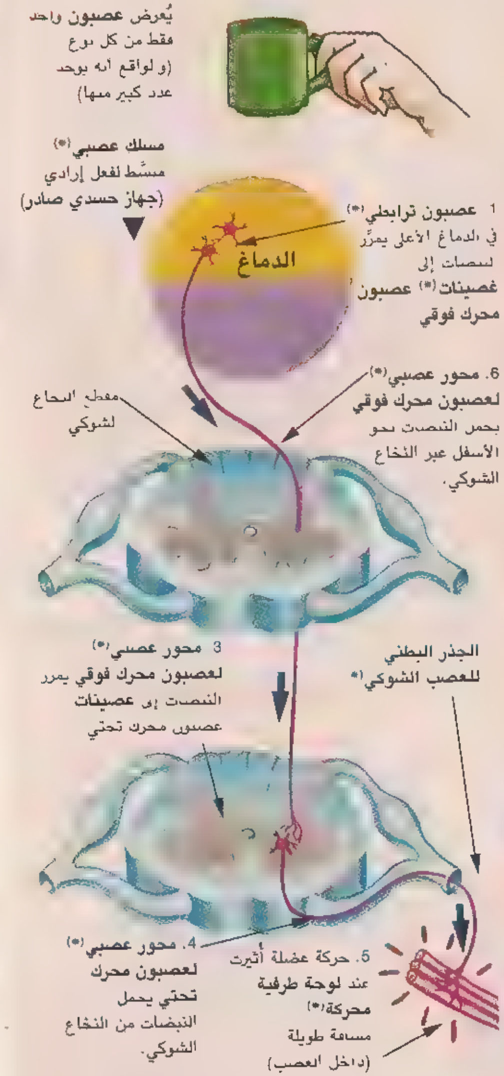
الجهاز الصادر efferent system. الجهاز الثاني من الخلايا العصبية (**العصبونات**(*) neurons) في الجسم (أنظر **الجهاز الوارد afferent system**، ص 78-79) تنقل ألياف خلاياه العصبية النبضات من الدماغ إلى النخاع الشوكي ومنه إلى أنحاء الجسم. أما خلاياه العصبية المولجة فهي كل **العصبونات المحرِّكة**(*) (الصادرة) **motor (efferent) neurons** الموجودة في الجسم. والنبضات المنقولة تثير الفعل في **العضلات الهيكلية**(*) **skeletal muscles** أو في الغدد والعضلات الداخلية (في جدران الأوعية الدموية والأعضاء الداخلية). فكل هذه الأعضاء تعرف باسم **المُسْتَفْعِلات effectors**.

أقسام الجهاز الصادر



الأفعال المختلفة

في هذه المخططات يُعرض عصبون واحد فقط من كل نوع (و لواقع أنه يوجد عدد كبير منها)



● **الأفعال الإرادية voluntary actions**. أفعال ناتجة عن نشاط واعٍ للدماغ، كأن يقرر المرء أن يرفع كوباً. وفي هذه الأفعال تتدخل **العضلات الهيكلية**(*) فقط. وتنشأ النبضات التي تسببها في مناطق الدماغ العليا (وخصوصاً **المخ**(*) **cerebrum**) وتنقلها الخلايا العصبية التابعة **للجهاز الحشوي الصادر somatic efferent system**.





● **الأفعال المنعكسية reflex actions**. أفعال لا إرادية تكون على وعي بها. ويقصد عموماً بهذا التعبير أفعال **العضلات الهيكلية**(*) **skeletal muscles** المفاجئة (كابتعاد اليد فجأة عن شيء ساخن). والنبضات التي تسبب أفعالاً منعكسية تنقلها الخلايا العصبية التابعة **للجهاز الحشوي الصادر**، ويكون **المسلك العصبي**(*) بأكمله «دارة مقصورة» ويسمى **قوساً منعكسياً reflex arc**. وفي حالة **المنعكسات القحفية cranial reflexes** (أي ما يتعلق بالرأس كالعطس) فيضم المسلك جزءاً صغيراً من الدماغ. أما **المنعكسات الشوكية spinal reflexes** (أي تلك المتعلقة بسائر الجسم) فلا يشترك فيها الدماغ بنشاط وإنما النخاع الشوكي فحسب.

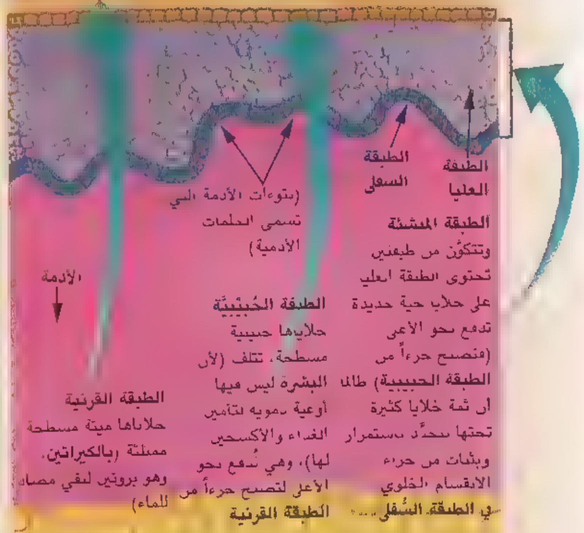
● **الأفعال اللاإرادية involuntary actions**. الأفعال التلقائية (أي تلك التي لا يقررها الدماغ بوعي)، وهناك نوعان: الأفعال المتواصلة، التي لا نعيها عادة، للأعضاء الداخلية كنبض القلب. وتنشأ النبضات العصبية التي تُحدثها في الدماغ السفلي (وخصوصاً **تحت المهاد**(*) **hypothalamus**)، وتنقلها الخلايا العصبية التابعة **للجهاز العصبي المستقل antonomic nervous system**. ويسمى هذا النوع **الأفعال التلقائية autonomic actions**. أما النوع الثاني من الأفعال اللاإرادية فهي **الأفعال المنعكسية**.

الجـــلـــد

الجلد skin أو **cutis**. غطاء الجسم الخارجي الذي يتكوَّن من عدة طبقات نسيجية. يسجِّل الجلد المحفزات الخارجية، أي أنه يستقبلها، كما يقوم بحماية الجسم من الأضرار والعدوى ويمنعه من الجفاف، ويساعد في ضبط حرارته، ويطرح الفضلات (**العرق sweat**) ويخزِّن الدهون، وينتج **الفيتامين D vitamin D**(*).

ويحتوي الجلد على بنى دقيقة كثيرة لكل منها وظيفة مختلفة. ويسمى الجلد بأكمله (أي الطبقات النسيجية والبنى الأخرى) **الجهاز الجلدي** أو **الجهاز الإهابي integumentary system**.

الطبقات المختلفة



• **البشرة epidermis**. الطبقة الرقيقة الخارجية من الجلد التي تكون **الطبقة الظهارية epithelium** (مصطلح يطلق على أي شريحة خلوية تشكل غطاء لسطح أو بطانة لأي تجويف). والبشرة تتكون من عدة **طبقات strata** مبيّنة أعلاه.

• **الأدمة dermis**. الطبقة السميكة من **النسيج الضام**(*) **connective tissue** التي تقع تحت البشرة. وتحتوي على معظم البنى الجلدية (أنظر المدخل). كما تحتوي أيضاً على العديد من **الشُعيرات الدموية**(*) **capillaries**، التي تمدُّها بالغذاء والأكسجين.

• **الطبقة تحت الجلدية subcutaneous layer** (أو **اللفافة السطحية superficial fascia**). طبقة من **نسيج دهني adipose tissue** أسفل الأدمة (وهي مخزن للدهن). وثمة ألياف مرنة تخترقها لتربط الأدمة بالأعضاء التي تحتها، أي العضلات.

(*) الشعيرات الدموية 61؛ الغدد خارجية الإفراز 69؛ الفيتامين D 109؛ المستقبلات 79؛ النسيج الضام 52.

بنى موجودة في الجلد

• **جسيمات مِيسنَر Meinssner's corpuscles**. أجسام خاصة حول أطراف الألياف العصبية. وثمة عدد كبير منها عند أطراف الأصابع وفي الكفين. فجسيمات ميسنر هي **مستقبلات**(*) اللمس **receptors**، أي أنها ترسل النبضات إلى الدماغ عندما يتم الاتصال بين الجلد وبين الأشياء.

• **الغدد الدهنية sebaceous glands**. غدد خارجية الإفراز(*) **exocrine glands** تنفتح على جريبات الشعر، وتفرز زيتاً يدعى زُهماً **sebum** يجعل الشعر والبشرة مقاومين للماء ويبقيهما طريَّين.

• **العضلات ناصبة الشعر hair erector muscles**. عضلات خاصة ترتبط كل واحدة منها بجريب شعرة. وعندما تتقلص هذه العضلات (أثناء البرد) ينتصب الشعر مما يتيح حصر كمية أكبر من الهواء، وخصوصاً عند الحيوانات ذات الفراء أو الريش.

• **جُرَيْبَات الشعر hair follicles**. أنابيب طويلة ضيقة يحتوي كل منها على شعرة. تنمو الشعرة كلما أضيفت خلايا جديدة إلى قاعدتها من تلك الخلايا التي تبطّن الجريب. أما الخلايا المتقادمة فتموت حالما يتكوَّن **الكيراتين keratin** داخل الجريب (أنظر الطبقة القرنية).



• **مستقبلات الألم pain receptors**. أطراف ألياف عصبية في نسيج معظم الأعضاء الداخلية وفي الجلد (في **البشرة** وأعلى **الأدمة العليا**). إنها **المستقبلات**(*) التي ترسل النبضات عندما تتزايد المحفزات الخارجية (كالضغط والحرارة واللمس)، الأمر الذي يسبب الإحساس بالألم.

• **شبكات الشعرة hair plexuses** أو **ضفائر جذر الشعرة root hair plexuses**. مجموعات خاصة من أطراف ألياف عصبية. كل يشكل شبكة حول جُرَيب الشعرة ويكون بمثابة مستقبل(*)، أي أنها ترسل النبضات إلى الدماغ، وفي هذه الحالة تتحرك الشعرة.

• **غدد التعرُّق (أو العرق) sweat glands**. غدد خارجية الإفراز(*) ملتفَّة مفرزة للعرق. لكل منها أنبوب ضيق (**قناة التعرق sweat duct**) يتجه نحو السطح. والعرق يتكون من ماء وأملاح **وبولة**(*) **urea**، تدخل الغدة عبر الخلايا **والشُعيرات الدموية**(*).

• **جسيمات باتشيني pacinian corpuscles**. أجسام خاصة تتكون حول نهايات ليف حسيٍّ أحادي، وتقع في الطبقات السفلى من الجلد وفي جدران الأعضاء الداخلية. وهي **مستقبلات**(*) الضغط، أي أنها ترسل نبضات إلى الدماغ عندما يتلقى النسيج ضغطاً شديداً لا لمسه خفيفة فحسب.

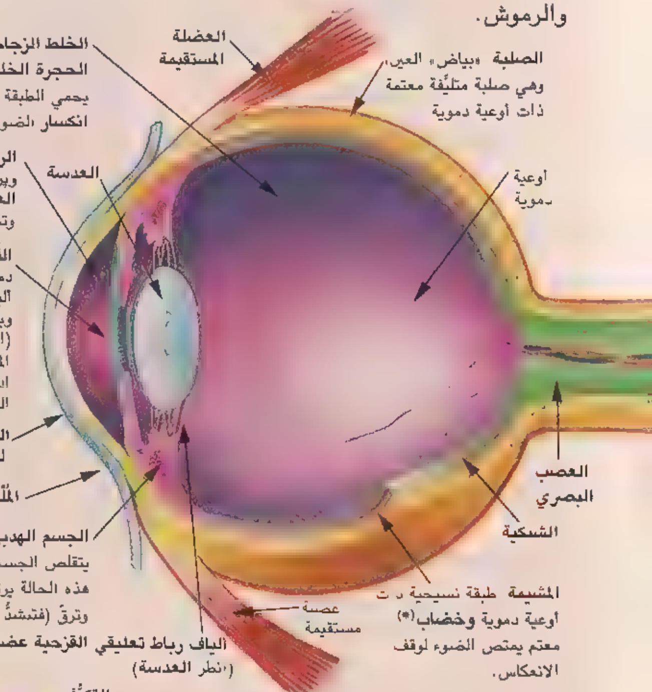
• **الميلانين melanin pigment خِضاب**(*). بني يحجب الضوء فوق البنفسجي بامتصاصه الطاقة الضوئية. يوجد في كل طبقات البشرة عند سكان المناطق المدارية، فيمنحهم لون الجلد القاتم. أما البشر ذوو الجلد فاتح اللون فيوجد الميلانين عندهم في طبقات البشرة السفلى. لكنهم ينتجون المزيد منه عندما يتعرضون لضوء الشمس المباشر فتسمرُّ بشرتهم.

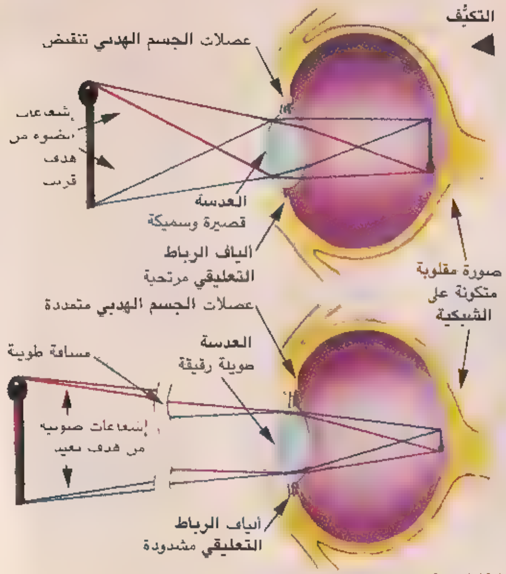


(*) البولة 73؛ الخضاب 27؛ الشعيرات الدموية 61؛ الغدد خارجية الإفراز 69؛ المستقبلات 79

العـــيـنان

العينان eyes عضوا حاسة البصر sight، اللذان يطلقان النبضات العصبية إلى الدماغ عندما يثيرهما الضوء المنبعث من الأجسام الخارجية. ويعمد الدماغ إلى ترجمة النبضات لإنتاج الصور. تتكون كل عين من كبسولة كروية مفرّغة من الداخل (كرة العين eyeball) فيها العديد من الطبقات والبنى. وتقع العينان في الجوفين المحجريين (الحَجَاجَيْنْ orbits) تحميهما الجفون والرموش.

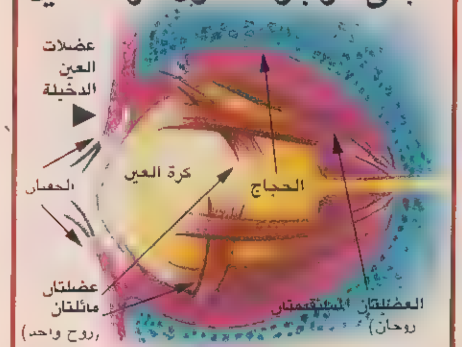




• **العدسة lens**. جسم شفّاف يقوم دوره، كدور أي عَدَسة، في تبئير أشعة الضوء التي تخترقه، أي في جعلها **تنكسر refract** بحيث تتجمع في نقطة واحدة على **الشبكيّة** في هذه الحالة. وتتألف العدسة من كثير من الطبقات النسيجيّة الرقيقة، التي تثبّت في مكانها بواسطة ألياف **الرباط(*) ligament** المسمى **الرباط التعليقي suspensory ligament**. وهذه الألياف تصلها بالجسم الهُدْبي **ciliary body** الذي يمكنه أن يغير شكل العدسة بحيث يمكنها دائماً تبئير الضوء على الشبكية مهما كان بعد الهدف المنظور. وهذا ما يسمى **بالتكيُّف accommodation** وتكوّن الأشعة صورة مقلوبة على الشبكية، إلا أن الدماغ سرعان ما يصحح وضعها.

(*) الخضابات 27، الرباطات 52، العضلة الملساء 56، الغشاء المخاطي 67

البنى الموجودة حول كرة العين



• **عضلات العين الخارجية extrinsic eye muscles**. أزواج العضلات الثلاثة التي تصل كرة العين بالمحجر (**الحجاج**)، وعندما تتقلّص تتيح لكرة العين التحرك بشكل دائري.

• **الغدتان الدمعيتان lachrymal glands**. هما غدتان **خارجيتا الإفراز(*)** exocrine glands، تقع كل منهما في أعلى **حجاج orbit** كل عين. وهما تفرزان سائلاً مائياً على بطانة الجفن الأعلى عبر أنابيب تدعى **المجاري الدَّمْعية lachrymal ducts**. والسائل يحتوي على أملاح و**أنزيم(*) enzyme** مضاد للبكتيريا، فيغسل سطح العينين ويحفظهما نظيفتين ورطبتين. وينصرف

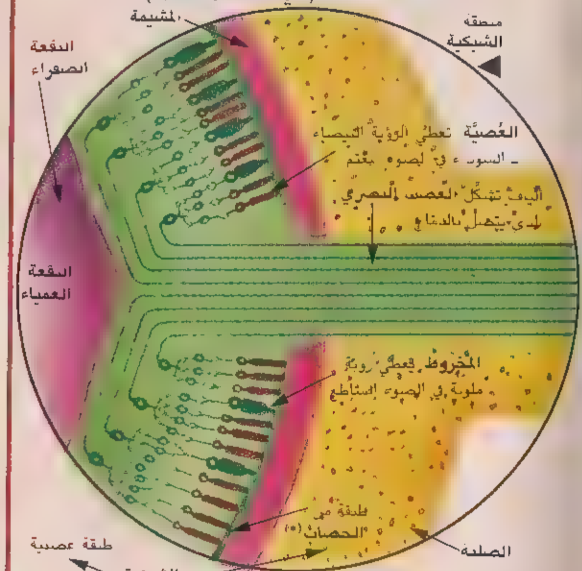


بصري = ما له علاقة بالبصر أو العين.
مرئي = ما يتم إدراكه بحاسة البصر

عبر أربع **قنوات دمعية**، تقع كل اثنتين في الزاوية الداخلية من كل عين، وتتصلان لتكونا **القناة الأنفية - الدمعية nasolachrynal duct** التي تفرغ في **الفجوة الأنفية(*)**.

الطبقة العصبية الداخلية

• **الشبكية retina**. الطبقة النسيجية الداخلية عند مؤخرة كرة العين، المصنوعة من طبقة **خضابية(*)** وطبقة عصبية فيها ملايين الخلايا العصبية الحسية (**العصبونات الحسية(*) sensory neurons**) وأليافها. وهذه العصبونات مرتبة في سلاسل وتنقل النبضات العصبية إلى الدماغ. والعصبونات الأولى في السلاسل هي **المستقبلات(*) receptors**، أي أن أليافها الطرفية (**الغُصَيْنات(*) dendrons**) تطلق النبضات عندما تثار بواسطة أشعة الضوء. وهذه الألياف تسمى **العُصَيّات rods والمخاريط cones** بسبب أشكالها. وهذه المستقبلات هي **مستقبلات ضوئية photoreceptors** (أي تتأثر بالضوء).



• **البقعة الصفراء macula lutea** أو **yellowspot**. منطقة من نسيج مُصْفرّ تقع في مركز **الشبكية**، فيها نقرة تسمى **النقرة المركزية fovea centralis**، حيث يوجد أعلى تركيز للمخاريط (أنظر الشبكية)، فهي بذلك **منطقة الرؤية الأكثر حدة**. فإذا نظر المرء إلى هدف محدد فإن أشعة الضوء المنبعثة منه تتبأر في **النقرة**.

• **البقعة العمياء blind spot** أو **الأسطوانة البصرية optic disc**. هي تلك النقطة في **الشبكية** يغادر منها العصب البصري العين. ليس فيها أي **مستقبلات** (أنظر الشبكية)، وبالتالي فهي لا ترسل أي نوع من النبضات.

(*) الأنزيمات 103، الخضاب 27، العصبونات الحسية 77، الغصين 76، الغدد خارجية الإفراز 69، الفجوة الأنفية 79

الأذنان

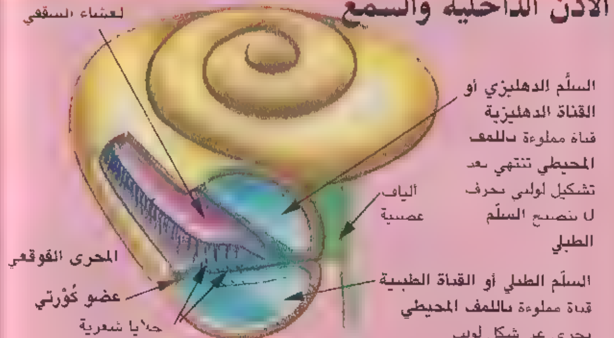
الأذنان ears عضوا السمع والتوازن. وتنقسم كل أذن إلى ثلاث مناطق هي: **الأذن الخارجية**، والأذن الوسطى، والأذن الداخلية.

- **الأذن الخارجية outer ear**. جسم جلدي وغضروفي(*) cartilage (يسمى الصِوَان pinna أو auricle) مع قناة قصيرة هي قناة الأذن ear canal أو (القناة السمعية الخارجية). تحتوي بطانتها على غدد دهنية(*) sebaceous glands خاصة تفرز الصُمْلُوخ cerumen أي شمع الأذن.
- **الأذن الوسطى middle ear** أو **التجويف الطبلي tympanic cavity**. تجويف مملوء بالهواء يحتوي على سلسلة من ثلاث عظمات دقيقة هي: **المطرقة malleus** والسندان incus والعظم الركابي stirrup.



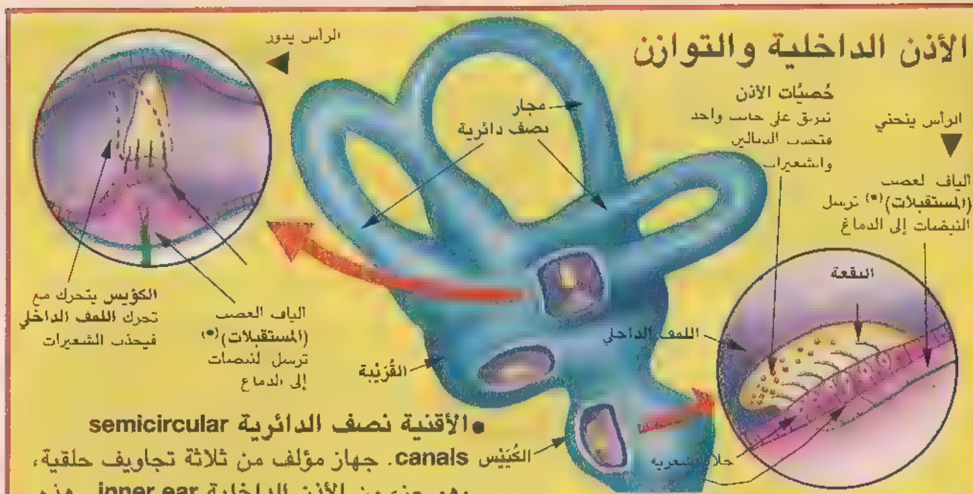
- **الأذن الداخلية inner ear**. سلسلة من التجاويف في الجمجمة بداخلها أنابيب وأكياس. وتسمى التجاويف (**القوقعة والدهليز** vestibule، **والقناتين نصف الدائرتين**) **التيه العَظْمي** bony labyrinth، وهي مملوءة بمائع واحد هو **اللمف المحيطي** perilymph. أما الأنابيب والأكياس فمملوءة بمائع آخر هو **اللمف الداخلي** endolymph، وتسمى **التيه الغشائي** mem-branous labyrinth. وهي **المجرى القوقعي والكُيَيْس والقُرَيْبة والمجريان نصف الدائريين**.

الأذن الداخلية والسمع

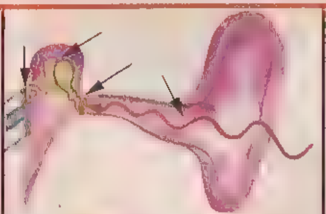


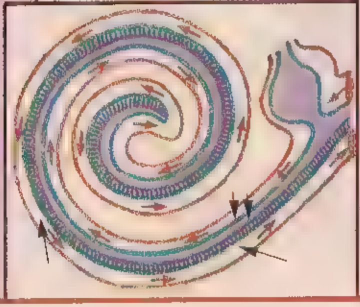
- **القوقعة cochlea**. تجويف أنبوبي لولبي الشكل يعتبر جزءاً من **الأذن الداخلية** تحتوي على اللمف المحيطي (أنظر الأذن الداخلية) في قُنَيَّتَيْن (تكملان بعضهما)، فضلاً عن قنية ثالثة هي **المجرى القوقعي**.

الأذن الداخلية والتوازن



- **الأقنية نصف الدائرية semicircular canals**. جهاز مؤلف من ثلاثة تجاويف حلقية، وهو جزء من **الأذن الداخلية inner ear** . هذه الأقنية تقع على مستويات الحركة الثلاثة المختلفة فتؤلف زوايا متعامدة بعضها على بعض.
- **المجاري نصف الدائرية semicircular ducts**. ثلاثة أنابيب حلقية داخل **الأقنية نصف الدائرية**. ويحتوي كل مجرى على **لمف داخلي** (أنظر الأذن الداخلية) وأجسام حسِّية متخصِّصة هي **الكؤيسات cupulae** التي تعمل بطريقة مشابهة تماماً لطريقة عمل **البقع maculae** (أنظر الكُيَيْس). وكل كؤيس يحتوي على كتلة شبه هلامية (دون حصيَّات) وخلايا شعرية. وتقوم المجاري بإرسال المعلومات عن حركة الرأس الدائرية والانحناء إلى الدماغ.
- **الكُيَيْس saccule** أو **sacculus والقُرَيْبَة utricle** أو **urtivulus**، كيسان يقعان بين المجاري نصف الدائرية والمجرى القوقعي. ويحتويان على اللمف الداخلي (أنظر الأذن الداخلية)، وخلايا شعرية خاصة في بطانتهما. ولهذه الخلايا ألياف عصبية (أطراف **الغُصَيْنات dendrons**) متصلة بها وشعر مغروز في كتلة شبه هلامية تسمَّى **البقعة macula**، التي تحتوي على حُبَيْبات من كربونات الكلسيوم (**الحُصَيَّات otoliths**). وترسل البقع إلى الدماغ معلومات عن الحركة إلى الأمام وإلى الوراء وإلى جنب فضلاً عن انحناء الرأس.





(أ) الموجات الصوتية (الاهتزازات الهوائية) تدخل قناة الأذن فتسبِّب اهتزاز الطبلة.

(ب) تلتقط **عظيمات الأذن** الاهتزازات وتمرِّرها إلى **النافذة البيضية** (هذا الفعل العتلي يضخم الاهتزازات حوالي عشرين مرة).

(ج) تسبب اهتزازات **النافذة البيضية** موجات في **اللمف المحيطي للدهليز**.

(د) وتسبب موجات **اللمف المحيطي** **سلم الدهليزي** بدورها موجات في **اللمف الداخلي للمجرى القوقعي**.

(و) ثم تتلاشى الموجات بالتدريج.

(هـ) تتحرك الشعيرات فتسبب نبضات صادرة عن الياف العصب (المستقبلات)(*) موجهة إلى الدماغ (فيترجمها سمعاً).

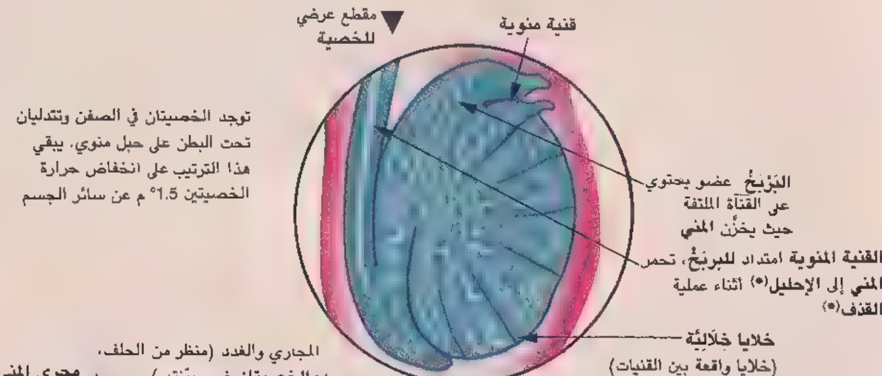
- **المجرى القوقعي cochlear duct**. أنبوب لولبي الشكل في داخل **القوقعة** متصل **بالكييس**، ويحتوي على **اللمف الداخلي** (أنظر الأذن الداخلية) وعلى جسم طويل يدعى **عضو كورتي organ of Corti**. هذا العضو يحتوي على خلايا شعرية متخصصة تنغمس شعيراتها في اللمف الداخلي وتُلامس طبقة النسيج المسمَّاة **الغشاء السقفي tectorial membrane**. أما قواعد الخلايا فترتبط بالألياف العصبية (أطراف **الغصينات**)(*).

جهــاز التناسل

التناسل أو التكاثر **reproduction** هو إنتاج حياة جديدة. ويتكاثر البشر **بالتناسل الجنسي**(*) **sexual reproduction** (أنظر ص 90-91)، أما أعضاء التناسل المعنية (التي تؤلف **الجهاز التناسلي reproductive system**) فتسمى **الأعضاء الجنسية genital organs** أو **genitalia**، وهي: الأعضاء التناسلية الأولية أو **المَنَاسِل gonads** (**المبيضان** عند المرأة **والخصيتان** عند الرجل)، وعدد من الأعضاء الإضافية. وتعمل الخلايا الموجودة في مناسل المرأة والرجل بمثابة **غدد صماء**(*) (داخلية الإفراز) **endocrine glands** فتفرز **هرمونات**(*) **hormones** ذات أهمية فائقة.

جهاز الذكر التناسلي

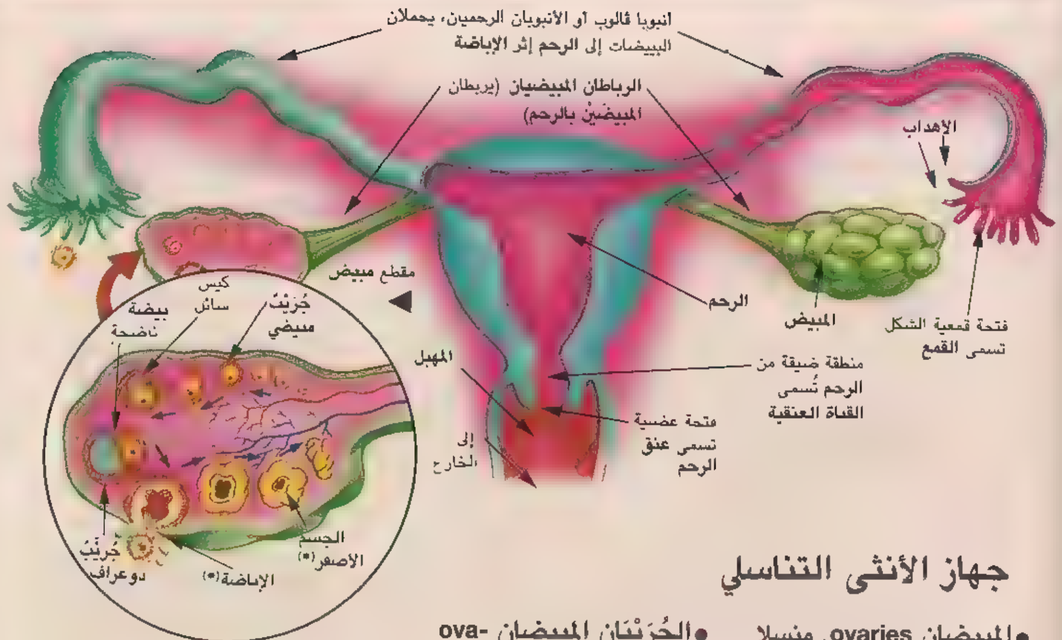
• **الخِصيتان testes**. منسلا **gonads** الذكر (أنظر المدخل). يحتويان على قناتين شبيهتين بأنبوبين تسمَّيان **القُنَيتين المنويتين seminiferous tubules**، وتتكون فيهما **العرائس**(*) **gametes** الذكرية (أي الخلايا الجنسية) المسماة **المني sperm**، وذلك إثر **البلوغ**(*) **puberty**. ولمعرفة المزيد عن كيفية تكوُّن المني أنظر ص 94-95. وتوجد الخصيتان في كيس يسمى **الصَّفن scrotum**، يتدلى تحت البطن (يجب أن تكون الحرارة التي ينتج عندها المني أقل بقليل من حرارة الجسم). والخصيتان تنتجان أيضاً **هرمونات**(*) (**الأندروجن androgens** ـ أنظر ص 106-107).





• **القضيب penis**. العضو الذي يُقذف منه **المَنِي sperm** (أنظر **الخصيتين**)، عبر **الإحليل**(*) **urethra** أثناء **الجماع**(*) **copulation**. ويتكون من **نسيج انتصابي erective tissue** شبيه بالإسفنج فيه العديد من الفراغات (**الجيوب الدموية blood sinusis**) والأوعية الدموية وأطراف ألياف عصبية (**مستقبلات**(*) **receptors**). فعندما يتهيّج الرجل جنسياً تمتلئ الجيوب والأوعية الدموية بالدم (تتمدَّد الأوعية الدموية)، فينتصب القضيب ويشتد.

(*) البلوغ 90؛ التناسل الجنسي 92؛ الحالبان 72؛ الغدد الصماء 69؛ القذف 91 ؛ المثانة 72؛ المخاط 67؛ المستقبلات 79



جهاز الأنثى التناسلي

• **المبيضان ovaries**. منسلا **gonads** الأنثى (أنظر المدخل) الموجودان في القسم السفلي من البطن (تحت الكليتين) معلقين **بأربطة**(*) **ligaments** تصلانهما بجدران الحوض. وتسمى **العرائس**(*) الأنثوية (أي الخلايا الجنسية) **البُيَيْضات ova**، وتُنتج دورياً في المبيضين (أي في **الجريبين المبيضيَّين**) بعد **البلوغ**(*). لمزيد من المعلومات حول تكوُّن البُيَيضات أنظر ص 94-95.

• **الجُرَيْبَان المبيضان ovarian follicles**. مناطق نسيجية تظهر دورياً في المبيضين إثر **البلوغ**(*). يحتوي كل جُرَيْب على **بُيَيضة ovum** (أنظر **المبيضين**). ويتضخم الجريبان تدريجياً ويبدآن بإفراز **الهرمونات**(*) (أنظر **الأوستروجن oestrogen**، ص 106). وتسفر كل دورة إنتاج للجريب المبيضي عن جريب ناضج واحد فقط (**جريب دوغراف Graafian follicle**).

• **الرحم uterus**. العضو المجوف الذي ينمو **الجنين**(*) **foetus** بداخله، أو يشكل مصرفاً **للبُيَيضات** (أنظر **المبيضين**، ـ وأنظر أيضاً **الدورة الشهرية menstrual cycle**، ص 90). والرحم مبطن **بغشاء مخاطي**(*) (**endometrium**) يغطي جدرانه العضلية المليئة بالأوعية الدموية.

• **المهبل vagina**. القناة العضلية الممتدة من **الرحم uterus** إلى خارج الجسم. تنقل البيضة (أنظر **المبيضين**) وبطانة الرحم الداخلية أثناء **الدورة الشهرية**(*) وتستقبل **القضيب** أثناء **الجماع**(*)، كما تشكل قناة للولادة. وتفرز بطانته سائلاً مزلِّقاً.

• **الفَرْج vulva**. مجموع الأعضاء الجنسية الخارجية في جهاز الأنثى التناسلي، ويضم: **البظر clitoris** و**الشَّفْرَين labia**. وهذان الأخيران عبارة عن خليتين من الجلد [ينضوي أحدهما ضمن الآخر) تحيطان بفتحتي **المهبل والإحليل**(*). أما البظر فهو أكثر الأجزاء حساسية، وهو كالقضيب مكوَّن من نسيج **انتصابي فيه كثير من المستقبلات**(*).

(*) الإباضة 90؛ الإحليل 73؛ الجماع 91؛ الجسم الأصفر 90؛ الجنين 91 الشرج 67؛ العرائس 93؛ الغشاء المخاطي 67

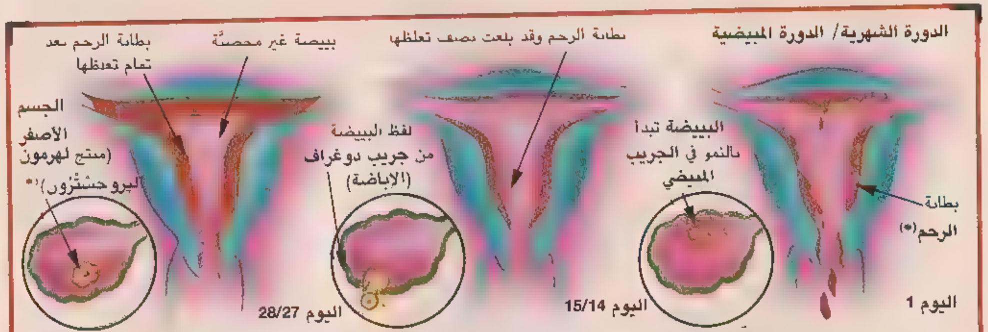
النمو والتناسل

يتكاثر البشر **بالتناسل الجنسي**(*) **sexual reproduction**. ويجد القارىء على هاتين الصفحتين وصفاً للعمليات المعنية بهذا التكاثر فضلاً عن التطورات التمهيدية التي تسمح بحدوثه.

• **البلوغ puberty**. السن الذي تصبح فيه الأعضاء التناسلية ناضجة، فيصبح الشخص قادراً على أن يتناسل (ذكوراً وإناثاً). تبلغ الفتاة في عمر يتراوح بين 11 و 15 عاماً فيما يبلغ الصبي في عمر يتراوح بين 13 و 15 عاماً تقريباً. ويتضمن البلوغ عدداً من التغيرات الجدية التي تحفزها **الهرمونات**(*) **hormones** (أنظر **الأوستروجن oestrogen والأندروجن androgens**، ص 106-107). وتسمى الخصائص المستجدَّة الناجمة **صفاتٍ جنسية ثانوية secondary sex characters** لتمييزها عن **الصفات الجنسية الأولية primary sex characters** (أي وجود الأعضاء الجنسية منذ الولادة - أنظر ص 88-89).

تشتمل التغيرات التي تطرأ على الذكور عند البلوغ ظهور شعر الوجه وتضخم الصوت واتساع الصدر والكتفين وبروز عضلات الجسم، ويظهر شعر الإبطين والعانة. وتبدأ **الخصيتان**(*) بإنتاج **المني** (الخلايا الجنسية الذكرية).

أما عند الإناث فتشمل التغيرات نمو الثديين أو **الغدد الثديية** واتساع الوركين. كما يظهر شعر الإبطين والعانة. ويبدأ **المبيضان**(*) بإنتاج **البيضات** (الخلايا الجنسية الأنثوية)، كما تبدأ **الإباضة والدورات الشهرية**.

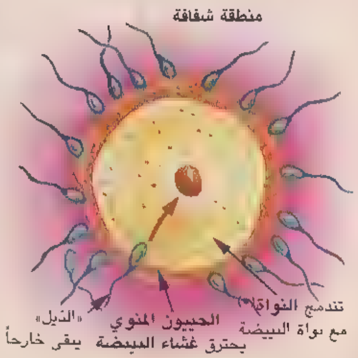


• **الدورة الشهرية menstrual cycle**. سلسلة من التغيرات التحضيرية في **بطانة الرحم**(*) **endometrium**. في حالة **الإخصاب fertilization**. تنمو في البطانة تدريجياً طبقة داخلية جديدة غنية بالأوعية الدموية. فإذا لم تظهر بُيَيْضة مخصَّبة، ما تلبث هذه الطبقة أن تتحلل لتغادر الجسم عبر **المهبل**(*)**(الحيض)**.

وتدوم كل دورة شهرية حوالي 28 يوماً، وتستمر بالحدوث من **سن البلوغ** حتى **سن اليأس menopause** (عادة بين 45 و 50 عاماً)، أي عندما ينقطع إنتاج البييضات. وتترافق أحداث الدورة الشهرية مع **الدورة المبيضية ovarian cycle**، أي نضوج البييضات في **الجريب المبيضي**(*) **ovarian follicle** بصورة منتظمة، الأمر الذي تتبعه **الإباضة ovulation** (أي إطلاق البييضة إلى **أنبوب فالوب fallopian tube**، وتحلل **الجسم الأصفر corpus luteum**. يتكون هذا الجسم عند انفجار **جريب دوغراف**(*) **Graafian follicle** (لا يتحلل إذا لقِّحت البيضة). وكلا الدورتين الشهرية والمبيضية تضبطهما **الهرمونات**(*) (أنظر ص 106 و 107).

(*) أنبوبا فالوب 89؛ التناسل الجنسي 92؛ جريب دوغراف 89؛ الحنجرة 70؛ الخصيتان 88؛ الرحم، المهبل 89؛ المبيضان 89.

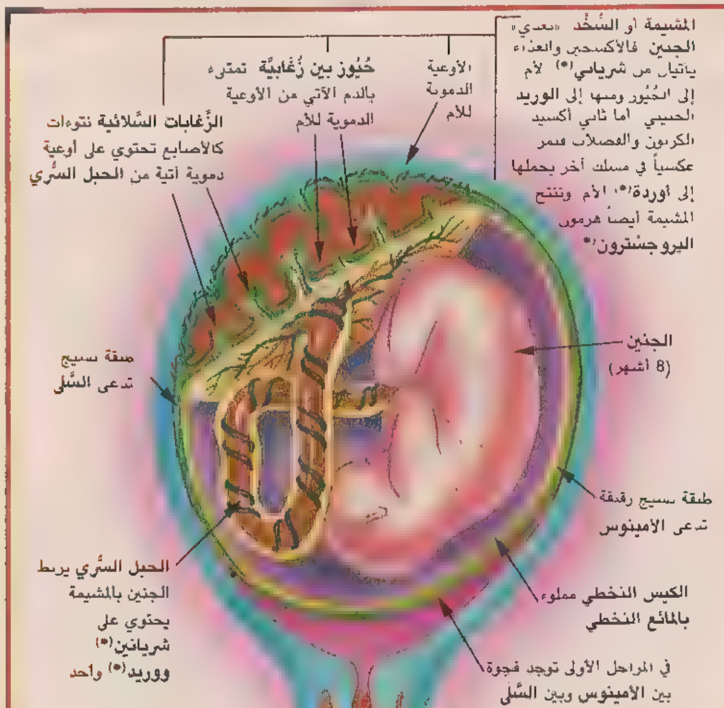
• **الجماع copulation** أو **coitus** أو **sexual intercourse**. إيلاج القضيب(*) في المهبل(*) مصحوباً بحركات إيقاعية لحوضي المتجامعَيْن (الذكر والأنثى). ينتهي الجماع عند الرجل **بالقذف ejaculation**، أي خروج **المني semen** من **الإحليل** إلى **المهبل**. ويتألف المني من **الحيوينات المنوية sperm** (خلايا الذكر الجنسية) السابحة في مزيج مائع **(السائل المنوي seminal fluid)**.



• **الإخصاب أو التلقيح fertilization**. العملية التي تحدث إثر القذف إذا قُدِّر للمني أن يلتقي البييضة في **أنبوب فالوب**(*) **fallopian tube**. ذلك أن حيويناً واحداً يخترق الجلدة الخارجية للبييضة (أو **المنطقة الشفافة zona pellucida**)، فتندمج نواته مع نواتها لتتكون أولى خلايا الجنين وهي **الزيج**(*) أو **اللاقحة zygote**. وترحل الخلية الجديدة إلى **الرحم**(*) لتنقسم وتتمايز (**الانفلاق**(*) **cleavage**). أما الكرة الخلوية (كرة الخلايا) الناجمة عن الانقسامات الخلوية فتصبح جزءاً من جدار الرحم (**الانزراع implantion**)، وعندئذٍ يمكن تسميتها **الجنين**(*)**embryo**.

الحمل

• **الحَمْل pregnancy** أو **gestation** هو حمل الجنين داخل الرحم(*). وتسمى المدة بين الإخصاب والولادة **parturition** فترة **الحمل gestation period** (نحو 9 أشهر عند الإنسان). ويسمى الكائن الذي ينمو داخل الرحم(*) جنيناً (foetus بعد الشهر الثاني من الحمل و embryo قبله).



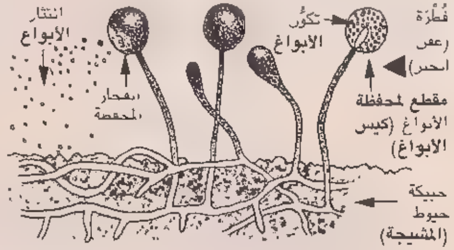
(*) أنبوبا فالوب 89؛ الزيج 93؛ الشرايين 60؛ غدة البروستات، الحويصلات المنوية، قناة المني، الخصيتان، الإحليل 73

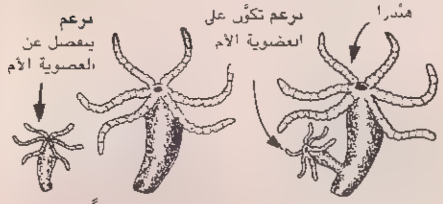
أنمــاط التناسل

التناسل reproduction هو خلق حياة جديدة، وهو عملية يتميز بها كل كائن حي. والتناسل على نوعين أو نمطين رئيسيين هما: اللاجنسي asexual و الجنسي sexual، ولكن ثمة حالة خاصة يطلق عليها اسم تناوب الأجيال alternation of generations.

التناسل اللاجنسي

● **التناسل اللاجنسي asexual reproduction**. هو أبسط أشكال التناسل، يحدث في العديد من النباتات والحيوانات البسيطة. وهناك عدة أنماط مختلفة منه كالانشطار الثنائي(*) binary fission والتناسل الخضري(*) vegetative reproduction والبَرْعَمَة والتبوُّغ. ولكنها تتشارك جميعاً في خاصتين رئيسيتين. أولاً، الحاجة إلى والد واحد فقط، وثانياً، يكون الوليد الجديد مطابقاً وراثياً لوالده.





● **البَرْعَمة gemmation**. تسمى أيضاً عند الحيوان budding. نمط من التناسل اللاجنسي الموجود عند العديد من النباتات والحيوانات البسيطة كالهيدرا. وهي تتضمن تكوُّن مجموعة من الخلايا التي تنمو في جسم العضوية ثم تتطور إلى عضوية مشابهة تمثل فرداً جديداً، بحيث إما أن ينفصل عن العضوية الأم (عند الحيوانات المتناسلة بالمستعمرات(*) colonial كالمرجان) أو يبقى متصلاً بها (وإن كان مستقلاً بذاته).

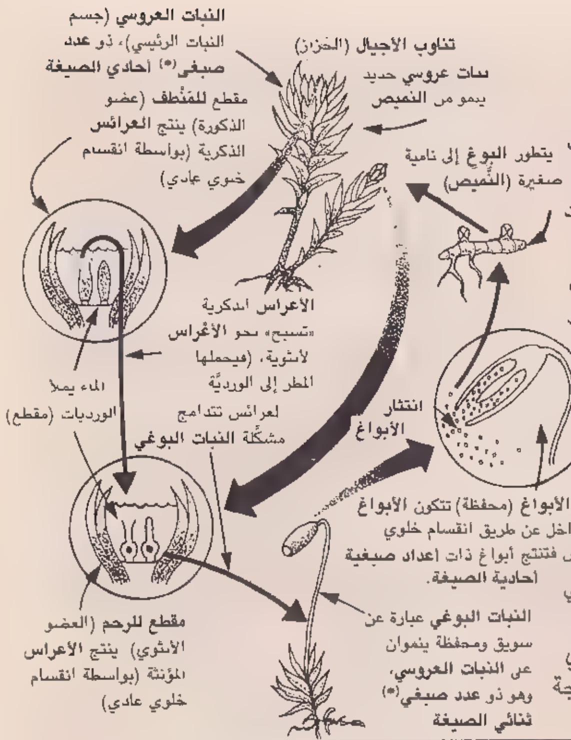
● **التبوُّغ sporulation**. عملية تنتج خلالها الأبواغ spores عند النباتات البسيطة كالفطر والحَزاز. وإثر انتشار الأبواغ بواسطة الهواء والماء تنمو نباتات جديدة. وهناك نوعان من الأبواغ، ومع أن والداً واحداً يُحتاج إليه في كلتا الحالتين، فالتناسل اللاجنسي الحقيقي يحدث فعلاً في نوع واحد منهما فقط. وهذا النوع من الأبواغ ينتج في نباتات كالفطر البسيط عن طريق الانقسام الخلوي العادي (أنظر ص 12-13)، فتتطور منه نباتات مطابقة للوالد (وهذه ميزة مهمة تميز التناسل اللاجنسي). أما النوع الثاني من الأبواغ فإنه ينشأ نتيجة لانقسام خلوي خاص (كما عند الحزاز والسرخس ـ أنظر ص 94-95) ويميِّز التناسل الجنسي. أما الذرية في هذه الحالة فلا تطابق الوالد تماماً (أنظر **تناوب الأجيال**).

التناسل الجنسي

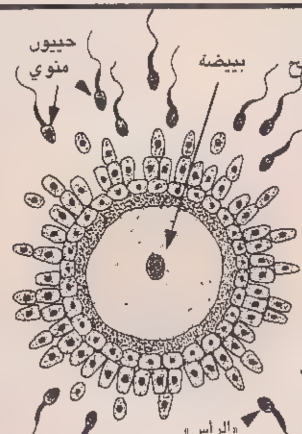
● **التناسل الجنسي sexual reproduction**. نوع من التكاثر الذي يوجد عند النباتات المزهرة وعند معظم الحيوانات. وهو يتضمن اندماج fusion عروسين gametes (خليتين جنسيتين) إحداهما مذكرة والأخرى مؤنثة. وهذه العملية تسمى **التلاقح** أو **الإخصاب fertilization**، ويجد القارىء وصفاً لها على الصفحات 30 (النباتات المزهرة) و 91 (الإنسان والحيوانات المشابهة) و 48 (الحيوانات الأخرى). ولكل عروس من العروسين نصف عدد **الصبغيات**(*) chromosomes (يسمى **العدد الصبغي أحادي الصيغة**(*) haploid number) التي للنبات أو الحيوان المنتج لها. وهذا يتم بواسطة نوع خاص من الانقسام الخلوي (أنظر ص 94-95). وعندما يحدث التلاقح فإن الكائن الناتج سيحتوي بالتأكيد على العدد الصبغي نفسه الموجود عند كلا الوالدين، ويسمى **العدد ثنائي الصيغة**(*) diploid number.

(*) التناسل الخضري 34؛ الصبغيات 96؛ العدد الصبغي ثنائي الصيغة 12؛ العدد الصبغي احادي الصيغة 94

● **تناوب الأجيال alternation of generation**. عملية تناسلية موجودة لدى العديد من الحيوانات والنباتات البسيطة كقنديل البحر والحزاز. عند الحيوان يتعاقب شكل ناتج من **التناسل الجنسي** مع شكل ناتج من **التناسل اللاجنسي**. أما عند النباتات فالتناوب يحدث بين طورين من التكاثر الجنسي فجسم النبات (أي **النبات العروسي gametophyte**) ينتج جسماً نباتياً آخر هو **النبات البوغي sporophyte**، وذلك بواسطة التناسل الجنسي. وهذا الأخير ينتج بدوره **الأبواغ spores** (أنظر **التبوُّغ**) التي تنمو فتصبح **نباتات عروسية** جديدة. غير أن الأبواغ تتشكل بالطريقة نفسها التي تتشكل بها **العرائس** (أنظر ص 94-95)، وهي (والنبات العروسي) لها نصف العدد الأصلي من **الصبغيات**(*). وينتج النبات العروسي العرائس بواسطة الانقسام الخلوي العادي (أنظر ص 12-13) حيث لا يكون هناك حاجة لتنصيف الصبغيات مرة ثانية.



● **الأعراس gametes** أو **germ cells**. الخلايا الجنسية التي تتلاقح في ما بينها في **التناسل الجنسي**، مكونة كائناً حياً جديداً. وتنتج الأعراس بنتيجة نوع خاص من الانقسام الخلوي (أنظر ص 94-95). وعند الحيوانات والنباتات البسيطة تسمى الأعراس الذكرية **المني sperm**، اختصاراً لكلمة **spermatozoa** عند الحيوانات و **spermatozooids** عند النباتات البسيطة، أما عند النباتات المزهرة فليس هناك سوى **نَوَى**(*) **nuclei** (لا خلايا) وتعرف باسم **النوى الذكرية male nuclei** (أنظر ص 30 و 95). أما العرائس الأنثوية فتسمى **البُيَيْضات ova** أو **الخلايا البيضية egg cells** (وهو اسم يستخدم في حالة النباتات). والمني أصغر من البييضة وله «ذيل» هو **السَوط**(*) **flagellum**.





● **اللاقحة zygote**. الخلية الأولى في الكائن الحي الجديد، تتكوَّن من تلاقح خليتين جنسيتين، أي عروسين، ذكرية وأنثوية (أنظر **التناسل الجنسي**).

● **الجنين embryo**. الكائن الحي في أولى مراحل تطوره ونموه. والجنين ينمو من خلية واحدة هي اللاقحة، بطريقة الانقسام الخلوي المتسلسل والمتلاحق (أنظر ص 12-13) الذي يسمى **الانفلاق**. يتكون من ذلك عند الانسان كرة خلوية تعرف باسم **التُّوَيْتَة morula**، تكبر فتسمى **المُغَيْدة blastocyst**، وبعد **الانزراع**(*) تعرف باسم **الجنين**. ومع نمو الجنين **تتمايز differentiate** الخلايا أي يتطور كل منها إلى نوع متخصص كالخلايا العصبية.

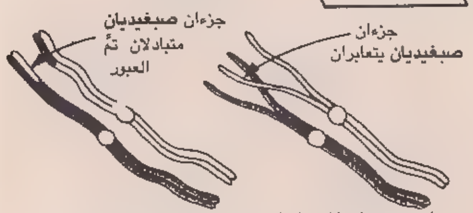
(*) الانزراع 91 (التلقيح، الإخضاب)؛ السياط 40؛ الصبغيات 96؛ النواة 10.

الانقسام الخلوي من أجل التناسل

يمكن للعديد من خلايا الكائن الحي أن ينقسم منتجاً بذلك خلايا جديدة من أجل النمو والتعويض (أنظر ص 12-13). ومع ذلك يوجد نوع آخر من أنواع الانقسام الخلوي، الذي يحدث خصيصاً لإنتاج الأعراس(*) **gametes** (الخلايا الجنسية) التي تشترك في **التناسل الجنسي**(*) **sexual reproduction** (وكذلك أحد نوعي **الأبواغ**(*) **spore**). ويسمى انقسام **النواة**(*) **nucleus** في هذا النوع من الانقسام الخلوي **الانقسام المنصّف**. ويسمى إنتاج الأعراس، بما في ذلك الانقسام الخلوي والنضوج التالي للأعراس، **تكوُّن الأعراس gametogenesis**.

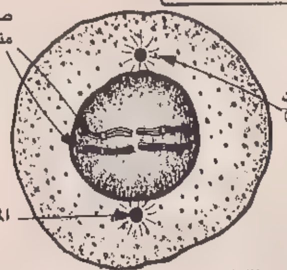
- **الانقسام المنصّف meiosis**. إنقسام **النواة**(*) عندما تنقسم الخلية لإنتاج الخلايا الجنسية (أنظر المدخل). ويمكن تصنيفه إلى **الانقسام المنصّف الأول first meiotic division** (أو **الانقسام الاختزالي reduction division**)، و**الانقسام المنصّف الثاني**، ويلي كل منهما انقسام **السيتوبلازما**(*) **cytoplasm**. كما يمكن تصنيف كل انقسام إلى أطوار مختلفة (كما هو الأمر في **الانقسام الخَيْطي**(*) **mitosis**. يضمن الانقسام المنصّف عموماً، والانقسام المنصّف الأول خصوصاً، أن كل **نواة وليدة daughter nucleus** تحظى بنصف عدد **الصبغيات**(*) الموجودة في النواة الأم. والعدد الأصلي هو **العدد الصبغي ثنائي الصيغة** (أنظر **الانقسام الخيطي** ص 12) أما الكمية المنصّفة فهي **العدد الصبغي أحادي الصيغة**.

العبور



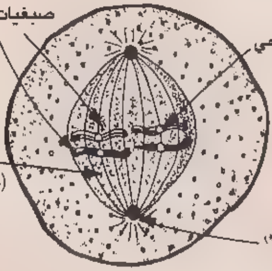
تتعابر صبغيدات كل رباعية بعضها مع بعض عند مناطق تدعى **التصالبات chiasmata**. ينفصل جزءان من صبغيدين عن أمهما ويتبادلان مكانهما. وهذا يؤدي إلى تخالط **المورِّثات**(*)، ممَّا يجعل الولائد تختلف عن والديها ويتيح المجال للتنوع على الدوام

الطور الأول (مرحلة متأخرة)



صبغيتان متماثلتان (وكل صبغية تتكون من **زوج صبغيدين**) تتحركان معاً إلى خط استواء الخلية

الطور التالي

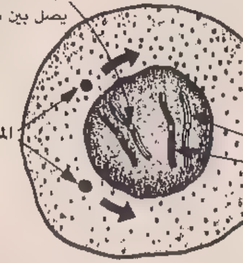


يختفي **الغشاء النووي**(*) ويشكل **المريكزان**(*) **مغزلاً** (أنظر **الطور التالي** في **الانقسام الخلوي الخيطي**، ص ـ 13)، ثم ما تلبث **الصبغيات**(*) (أي **أزواج الصبغيدات**) أن تتصل بالمغزل بواسطة **مراكز الأقسوم**.

الانقسام المنصف الأول

هذه الرسوم تبين انقسام خلية حيوانية مع اربع **صبغيات**(*) فقط.

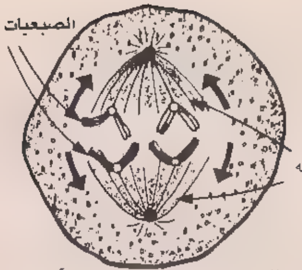
الطور الأول (مرحلة مبكرة)



خيوط الصُّبْغين(*) في **النواة**(*) تلتف لتكوِّن **الصبغيات**(*). وتصطف الصبغيات (المتماثلة) جنباً إلى جنب مشكلة أزواجاً تُسمَّى **ثنائيات التكافؤ**. وتنسخ كل صبغية نفسها فتصبح **زوجاً صبغيدياً** (فتسمَّى الآن كل مجموعة من اربعة **صبغيات رباعية**). ثم يتحرك **المريكزان**(*) كل نحو أحد قطبي الخلية.

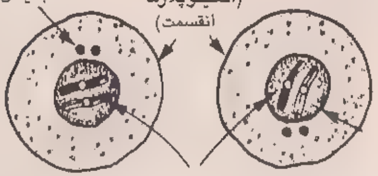
(*) الأبواغ 92· الإشعاعات النجمية 13· السيتوبلازما 10· الصبغين 10؛ الصبغيات 96 الغشاء النووي 10؛ المريكزان 12.

طور الصعود



الصبغيات المتماثلة (وكل منها ما يزال بعد **زوجاً صبغيدياً**) تنفصل (أنظر قانون الفرز، ص 98) وتتباعد بتأثير جذب الياف المغزل لها

الطور النهائي

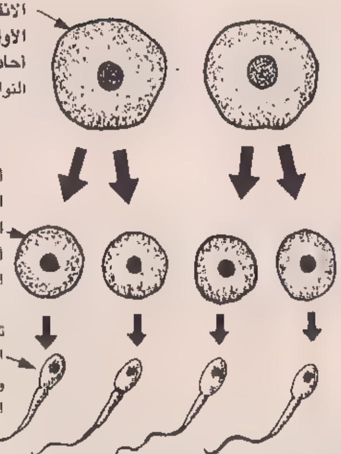


يختفي **المغزل** ويتناسخ **المريكزان**(*) يحدث ذلك مع **انقسام السيتوبلازما**(*) تنشأ خليتان جديدتان تحتوي كل منهما على نصف العدد الصبغي (وكل صبغية فيها **صبغيدان**). يتبع ذلك **الطور البيني**(*)، حيث ينشأ الغشاء النووي(*) وتتفكك الصبغيات مجدداً فتشكل خيوطاً (**الصبغين**)(*).

الانقسام المنصف الثاني

الانقسام المنصِّف الثاني second meiotic division. الانقسام الذي يحدث في الخلايا التي نتجت عن **الانقسام المنصِّف الأول**. وهو يحدث بالطريقة نفسها ويشمل الأطوار نفسها المعروفة في **الانقسام الخَيطي**(*) (عندما تنقسم **النواة**(*) بوصفها جزءاً من عملية انقسام الخلية من أجل النمو والتعويض)، ويتبعه **انقسام السيتوبلازما**(*). والفرق الوحيد هنا بين الانقسامين في أن كل نواة منقسمة تحتوي على **عدد صبغي**(*) **أحادي الصيغة** (أنظر **الانقسام المنصِّف**)، بحيث تكون الخلايا الجنسية الناجمة (**الأعراس**(*)) أحادية الصيغة. والانقسام الثاني يختلف استناداً إلى نوع الأعراس الناجمة، أهي أعراس ذكرية أم أنثوية. ويختلف كذلك النضوج النهائي للأعراس بعد الانقسام الثاني في الحيوانات عنه في النباتات (أنظر النص إلى اليمين).

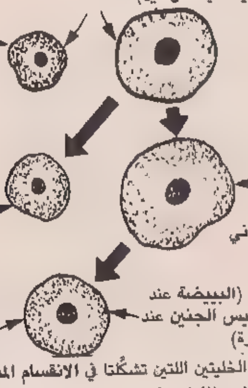
إنتاج العروس (الذكرية)



تنشأ خليتان من **الانقسام المنصَّف الأول** ما تلبثا ان تنقسما ثانية (أنظر **الانقسام الثاني**). عند الحيوانات تسمى الخلايا الأربع الناجمة **أرومات النطفة spermatids** التي تنضج لتصبح أعراساً ذكرية (خلايا جنسية) أو منياً. أما عند النباتات البسيطة فهذه الخلايا الأربع تتطور لتصبح إما منياً أو نوعاً من **الابواغ**(*) التي تشترك في **تناوب الاجيال**(*). وفي النباتات المزهرة تنقسم نوى الخلايا الأربع مرة ثانية (**التخيُّط**)(*) ويكون لكل الخلايا الناشئة نواتان (تنقسم إحداهما لاحقاً فتنتج **نواتين**(*) **ذكريتين**).

إنتاج العروس (الأنثوية)

خليتان نتجتا من الانقسام الخلوي المنصَّف الأول (عدد صبغي(*) احادي الصيغة في النواتين)

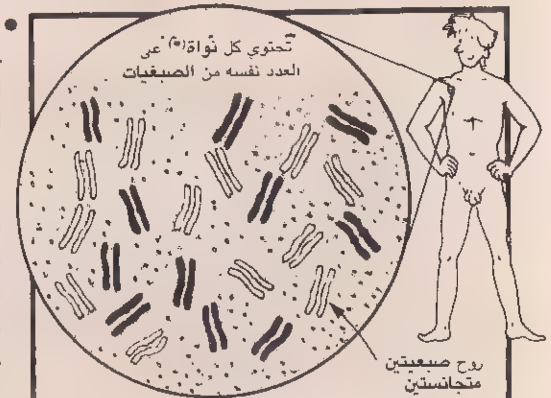


تموت إحدى الخليتين اللتين تشكَّلتا في **الانقسام المنصَّف الأول** (**الجسم القطبي الأول**). أما الخلية الثانية فتنقسم مرة ثانية (أنظر **الانقسام المنصَّف الثاني**). وتموت خلية من الخليتين الناجمتين (**الجسم القطبي الثاني**). وعند الحيوانات تسمى الخلية الثانية **البييضة الناضجة ootid** وهي التي تتطور إلى **العروس**(*) الأنثوية أو إلى **البيضة ovum**. أما عند النباتات المزهرة فتسمى الخلية الثانية **كيس الجنين**، التي تنقسم **نواتها**(*) ثلاث مرات (**بالتخيُّط**). ومن ضمن ثماني نوى جديدة يكون لستّ منها خلايا حولها فيما تبقى نواتان عاريتان. وثمة خلية واحدة من الخلايا الست تمثل العروس المؤنثة أو **خلية البويضة egg cell** (أنظر البذيرة، ص 30)

(*) الأعراس 10؛ الانقسام التخيطي 12· الانوية الذكرية 93· تناوب الأجيال 93· الصبغيات 96؛ الطور البيني 13.

علم الوراثة

علم الوراثة genetics هو أحد فروع علم الحياة (البيولوجيا). هو علم يُعنى بدراسة توارث الصفات، أي انتقالها من جيل إلى جيل. وتسمى الجسيمات الفاعلة في هذه العملية **الصبغيات**. وكل صبغية تتكون من **مورثات genes** ـ أي تعليمات «مُكَوَّدَة» تحدِّد مكونات العضوية (الكائن) ومظهرها. ولمزيد من المعلومات عن المورثات، أنظر ص 98.



● **الصبغيات chromosomes**. بنيات موجودة في نَوَى(*) الخلايا جميعها، مع أنها لا ترى منفصلة (وكأنها خيوط دقيقة مختلفة الأشكال والأحجام) إلّا عند انقسام الخلية (وتلوينها بصبغة). وكل صبغية مكونة من جزيء DNA (أنظر **الحموض النووية nuc-leic acids**) وبروتينات تدعى **الهيسْتونات histones**. ويتكون جزيء DNA من سلسلة المورِّثات الكثيرة المتصلة. ولكل **نوع**(*) **species** من الكائنات الحية عدد محدَّد من الصبغيات في كل خلية، يسمى **العدد ثنائي الصيغة diploid number** (لدى الإنسان 46 صبغية)، وتنتظم الصبغيات في أزواج تسمى **الصبغيات المتجانسة homologous chromosomes**

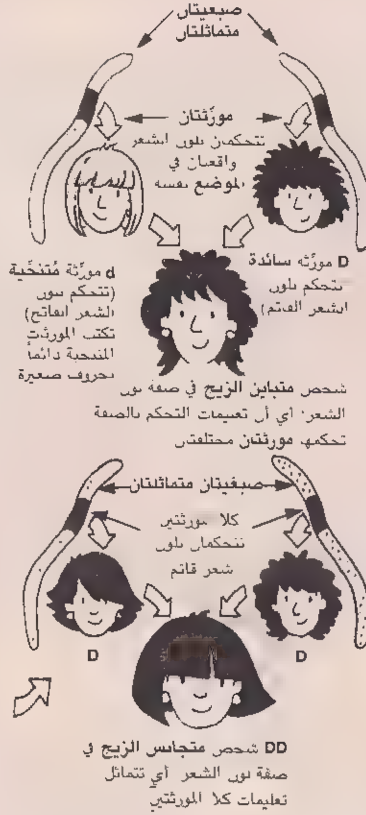
● **الحموض النووية nucleic acids**. هناك حمضان مختلفان هما: **الحمض الريبي النووي منقوص الأكسجين (DNA)، والحمض الريبي النووي، (RNA)**. وكلا الحمضين موجود في **النواة**(*) (ويوجد RNA أيضاً في **السيتوبلازما**(*) ـ أنظر **الجسيمات الريبية** ص 11). ويتكون كل جزيء حمض نووي من وحدات تسمى **النُوَيْدات nucleotides**. كما يتكون جزيء DNA من سلسلتي نويدات تلتف إحداهما حول الأخرى لتشكلا **لولباً مزدوجاً double helix** يشبه سلَّماً ملتوياً. أما جزيء RNA فمكوَّن من سلسلة نويدات واحدة، ويشبه سلَّماً منصَّفاً طولياً.



N = قاعدة ازوتيه (وهي عبارة عن ذرات ازوت وكربون وهيدروجين واكسجين مترابطة في ما بينها) وهي خمسة أنواع
A = ادنين، T = تيمين (وهما يتزاوجان دائماً في الدنا).
G = غوانين، C = سيتوزين (وهما يتزاوجان دائماً في الدنا)
U = يوراسيل (وهو موجود في الرنا فقط، إذ يحل محل T الموجود في الدنا).
S = سكر (وهو عبارة عن ذرات كربون وهيدروجين وأكسجين مترابطة) وهو سكر الريبوز منقوص الاكسجين في الدنا والريبوز في الرنا
P = مجموعة فوسفاتية

(*) السيتوبلازما، النواة 10، المجموعة الفوسفاتية 105، النوع 110.

● **المُورِّثات genes**. مجموعات من التعليمات «المُكَوَّدة» (أي المُرمَّزة) التي تكوِّن جزيء DNA في **الصبغية** (يحتوي كل جزيء DNA عند الإنسان حوالي 1000 مورِّثة). وكل مورثة هي عبارة عن سلسلة متصلة من حوالي 250 «درجة» على «سُلَّم» DNA. وبما أن ترتيب الدرجات متنوع فإن لكل مورثة «كَوْداً» مختلفاً يتعلق **بصفة**(*) **trait** خاصة من صفات الفرد (مثلاً **زمرة الدم**(*) **blood group** أو تركيب **هرمون**(*) **hormone** ما. وباستثناء **الصبغيات الجنسية**، فإن المورثات موجودة بصورة مزدوجة في **الصبغيات المتجانسة homologous chromosomes** (أنظر **الصبغيات chromosomes**) وبالترتيب نفسه (عضو واحد من كل زوج في كل صبغي). وهذه المورثات المزدوجة تتحكم في الصفة نفسها ويمكن أن تصدر تعليمات متطابقة. ومع ذلك يمكن أيضاً لتعليماتها أن تكون مختلفة، بحيث تطغى تعليمات إحدى مورِّثتي الزوج (**المورثة السائدة dominant**) على تعليمات المورثة الثانية و«تحجبها» (المورِّثة الثانية تكون **متنحِّية recessive**)، إلا إذا تبين وجود حالة **سيادة غير كاملة أو السيادة المتعادلة**. مثل هاتين المورثتين غير المتطابقتين تسميان **المضادات alleles** أو **allelomorphs**.



يحوز المثلان نمطين وراثيين مختلفين لصفة لون الشعر، أي أن تعليمات التحكم مختلفة (DD و Dd)، ولكنهما يحظيان بالنمط الظاهري نفسه، وبالتالي فلهما الصفة الناتجة نفسها (لون شعر قاتم)

● **السيادة المتعادلة codominance**. وضع خاص ينشأ عندما تصدر تعليمات مختلفة عن زوج **مورِّثات genes** يفترض أن يتحكم بالصفة نفسها، فلا تكون هناك **سيادة** (أنظر **المورثات**) لأي من المورثتين بل ثمة أثر لكليهما. وعلى سبيل المثال فإن **زمرة الدم**(*) AB ناشئة من تعادل السيادة بين مورِّثة الزمرة A ومورِّثة الزمرة B.

● **السيادة غير الكاملة incomplete dominance** أو **الاختلاط blending**. وضع ينشأ من أن زوج **المورثتين** الذي يتحكم بالصفة نفسها، يعطي تعليمات مختلفة لا يكون أحدها **سائداً** (أنظر **المورثات**) أو واضح السيادة. مثلاً، إن نقص السيادة بين مورثة اللون الأحمر وبين مورثة اللون الأبيض ينتج لوناً وسطاً هو اللون البني عند بعض البقر.

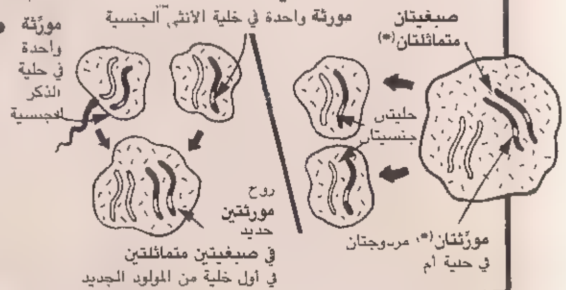
● **الصبغيات الجنسيّة sex chromosomes**. زوج من **صبغيتين متجانستين** (أنظر **الصبغيات**) موجود في كل الخلايا (وتسمى كل الصبغيات الأخرى **الصبغيات الذاتية autosomes**). وثمة نوعان من الصبغيّات الجنسية هما X و Y. فللرجل واحدة X وأخرى Y. تحمل الصبغية Y العامل الوراثي (لا **المورِّثة**) الذي يحدد الذكورة، ومن ثم فإن كل الأشخاص الذين يحملون صبغيتي X هم إناث.



(*) زمرة الدم 59 الهرمونات 106

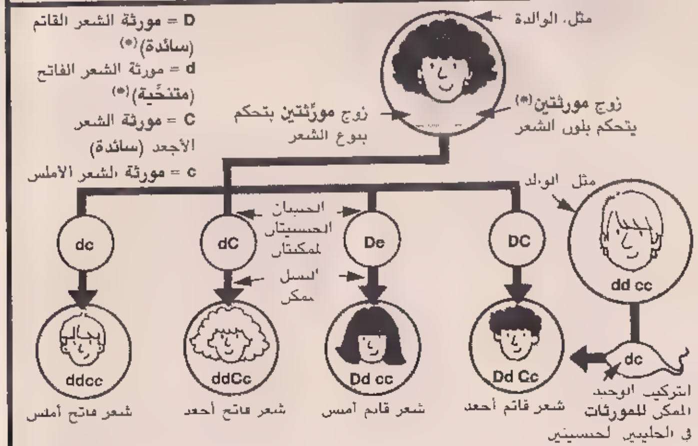
توارُث المورِّثات

يرث كل كائن حي (أو عضوية) صبغياته(*) chromosomes (ومورِّثاته(*) genes) من والديه. وفي التناسل الجنسي(*) sexual reproduction يحتوي كل من المني(*) sperm والبُيَيْضة(*) ovum، اللذين يجتمعان ليشكلا الكائن الحي الجديد، على نصف عدد الصبغيات الطبيعي (العدد الصبغي أحادي الصيغة haploid number، أنظر ص 94-95)، ويضمن ذلك أن الزيج(*) zygote (أي أول خلية في الكائن الجديد) ستحتوي على عدد صبغي كامل ـ كما عند الوالدين ـ (أنظر الصبغيات chromosomes ص 96). ويحدد قانونان (قانونا مندل Mendel's laws) العوامل الوراثية التي تنطبق دائماً عندما تنقسم الخلايا لتنتج الخلايا الجنسية.



● **قانون التفرُّق law of segregation** (قانون مندل الأول). تنفصل الصبغيات المتجانسة(*) homologous chromosomes دائماً عندما تنقسم نواة(*) الخلية لتنتج الأعراس(*) (الخلايا الجنسية، أنظر ص 94-95). الأمر الذي تفعله كذلك المورِّثات(*) المزدوجة التي تتحكم بالصفة نفسها. وهكذا تحوز الذرية دائماً مورِّثات مزدوجة (يأتي كل عضو منها من أحد الوالدين).

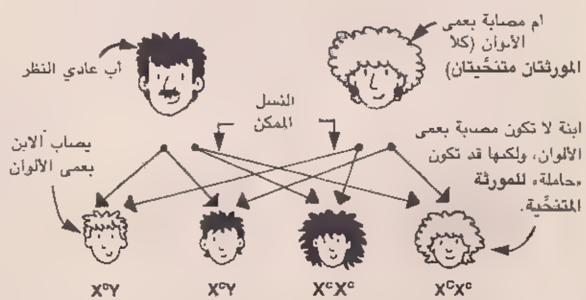
● **قانون الاتساق المستقل law of independent assortment** (قانون مندل الثاني) إن كل مورِّثة(*) من مورثتي الزوج يستطيع الاتصال بإحدى مورثتي زوج آخر عندما تنقسم الخلية لإنتاج الأعراس(*) لذا تكون جميع الاختلاطات ممكنة عند الكائن الجديد.



● **الترابط الجنسي sex linkage.** تحتوي الصبغيتان(*) الجنسيتان X عند الأنثى على العديد من المورِّثات(*) المزدوجة (مثل كل الصبغيات(*))، في حين تفتقر معظم مورِّثات الصبغية(*) Y عند الذكر إلى مورِّثات شريكتها «X». لذا فإنَّ أي مورثات متنحِّية في X ستظهر عند الذكور أكثر (أنظر إلى اليمين). وهكذا فإن المورثات في الصبغية X تعتبر مورِّثات مرتبطة بالجنس.

مثل. إن المورِّثة(*) المتعلقة بالنظر موجودة في الصبغية(*) X.

C = مُورِّثة النظر العادي (سائدة)(*)
c = مورِّثة عمى الألوان (متنحِّية)(*)

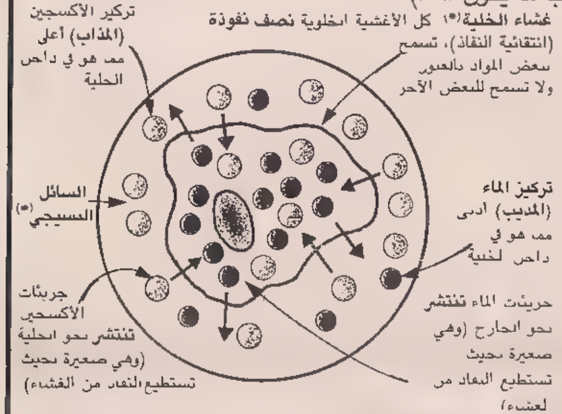


(*) البييضة 93 (الأعراس)، التناسل الجنسي 92، الزيج 93، الصبغيات المتجانسة 96، المتنحي 97، المني 93، النواة 10

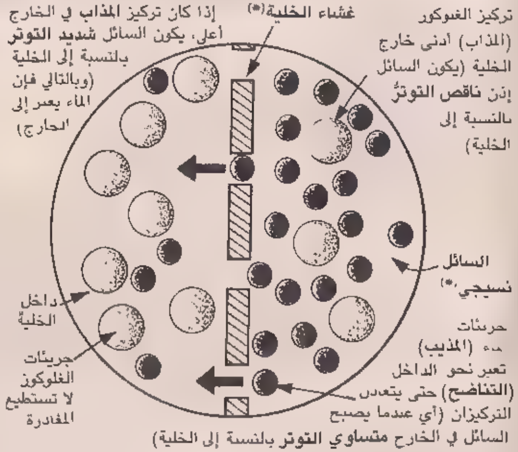
حركة الموائع (السوائل)

إن حركة المواد في أنحاء الجسم، وخصوصاً دخولها إلى الخلايا وخروجها منها، أمر ضروري جداً بالنسبة إلى حياة العضوية. إذ ينبغي للمادة الغذائية أن تكون قادرة على العبور إلى الخلايا، كما ينبغي لمواد الفضلات والمواد المؤذية الضارة أن تكون قادرة على الخروج. ومعظم المواد الصلبة والغازات تسلك أنحاء الجسم ذائبة في المحاليل solutions، أي أنها تمثل الذوائب solutes الموجودة في السائل المذيب solvent (وغالباً ما يكون الماء).

● **الانتشار diffusion.** حركة جزيئات المادة من منطقة تشكل فيها تركيزاً عالياً إلى منطقة يكون فيها تركيزها منخفضاً. وهو عملية ذات وجهتين (حين يكون تركيز المذاب solute منخفضاً، يكون تركيز المذيب solvent عالياً، مما يسبب نزوح باتجاه التركيز المنخفض). ويتوقف الانتشار عندما يحدث توازن في التركيز. وهناك العديد من المواد ـ كالأكسجين وثاني أكسيد الكربون ـ التي تنتشر داخل الخلية وخارجها.



● **التناضح osmosis.** حركة جزيئات المذيب عبر غشاء نصف نفوذ semipermeable ـ أنظر أعلاه ـ بقصد تخفيض تركيز المذاب الموجود في الجهة الأخرى من الغشاء ومعادلة التركيز في كلا الجانبين. وهذا نمط وحيد الوجهة من الانتشار، يحدث عندما لا يكون في استطاعة جزيئات المذاب العبور إلى الجهة الأخرى. أما الضغط التناضحي osmotic pressure فهو الضغط الذي يتكون في مكان مغلق، كالخلية حين يدخل إليها المذيب بقوة التناضح.



● **النقل النشيط active transport.** عملية تحدث عندما يلزم انتقال المواد بالاتجاه المعاكس للاتجاه الذي عليها أن تسلكه بالانتشار (أي من تركيز نخفض إلى تركيز عال، كأن تتلقى الخلايا كمية كبيرة من الغلوكوز لتفكيكها). وما تزال هذه العملية غير مُدْرَكة بالكامل، ولكن يُعتقد أن ثمة جُزَيْئات خاصة «ناقلة» موجودة خارج الخلية «تلتقط» الجُسَيْمات وتقوم بنقلها عبر الغشاء الخلوي(*) cell membrane وتتركها لتعود ثانية إلى خارج الخلية بحثاً عن جزيئات أخرى. وما من شك في أن الطاقة ضرورية للقيام بهذا العمل، وهي الطاقة التي تزوِّد على هيئة أدينوزين ثلاثي الفوسفات(*) ATP.

● **الاحتساء pinocytosis.** عملية أخذ السائل من قبل الخلية مما يسبب انفصال قسم من الغشاء الخلوي(*) (مشكلاً فجوة(*) vacuole). وبإمكان معظم الخلايا فعل ذلك.

(*) الغشاء الخلوي 10، الفجوة 10، النسيج المائع 64، الأدينوزين ثلاثي الفوسفات 105.

الغذاء وكيفية استخدامه

الغذاء حيوي بالنسبة لكافة العضويات، يؤمن كل المواد التي يلزم تفكيكها لتعطي الطاقة وتنظم الأنشطة الخلوية وتبني الأنسجة وترقِّمها (أنظر ص 102-105). ومن الأطعمة المتنوعة **الكربوهيدرات والبروتينات والدهون** وتسمى **المواد المغذِّية nutrients**. وتسمى **المعادن والفيتامينات** (التي لا تحتاجها النباتات) **والماء أطعمة مُساعِدة accessory foods**. والنبات يبني غذاءه الخاص، ولكنه يمتص المعادن والماء من الخارج. أما الحيوان فإنه يحصل على احتياجاته كافة من الخارج ويحلِّلها للحصول على الطاقة بواسطة عملية الهضم (أنظر 108-109).

• **الكربوهيدرات carbohydrates**. مجموعة من المواد المكوَّنة من الكربون والهيدروجين والأكسجين، التي تتفاوت من حيث تعقد بنائها (أنظر «المصطلحات المستعملة»، ص 109). تتناول الحيوانات الكربوهيدرات المعقَّدة وتفككها بالهضم (أنظر المخطط ص 108-109) فتصبح **غلوكوزاً glucose**، أي مادة كربوهيدراتية بسيطة. ويؤمن تحلل الغلوكوز **(التنفّس الداخلي**(*) **internal respiration)** كل الطاقة اللازمة تقريباً للقيام بكل نشاطات الحياة. أما النباتات فتبني الغلوكوز من مواد أخرى (أنظر **التخليق الضوئي**).

• **البروتينات protiens**. مجموعة من المواد المركبة من وحدات أبسط تدعى **الحموض الأمينية amino acids** التي يدخل في تركيبها الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين، وكذلك الكبريت في بعض الحالات. وتحتوي معظم جزيئات البروتينات على مئات الحموض الأمينية، وربما آلاف، يترابط بعضها مع بعض بواسطة **الروابط الپپتيدية peptide links** في سلسلة أو أكثر تسمَّى **متعددات الپپتيدات polypeptides**. وتختلف البروتينات عن بعضها باختلاف تعاقب الحموض الأمينية في جزيئاتها. وهي تضم **البروتينات البنيوية structural protiens** (وهي المكوِّنات الأساسية للخلايا الجديدة)، **والبروتينات الوسيطية catalytic protiens** (أي **الأنزيمات**(*) **enzymes**) التي تضطلع بدور حيوي في السيطرة على عمليات الخلية. تبني النباتات حموضها الأمينية من المواد التي تمتصها (أنظر **التخليق الضوئي**، ص 26)، ثم تبني منها البروتينات. أما الحيوانات فتتغذى بالبروتينات وتحولها بالهضم إلى جزيئات حمض أميني أحادي (أنظر ص 108-109). تنقل بعد ذلك في الدم على خلايا الجسم ويعاد تجميعها لتشكيل البروتينات المختلفة اللازمة (أنظر **الجسيمات الريبية ribosomes**، ص 12).

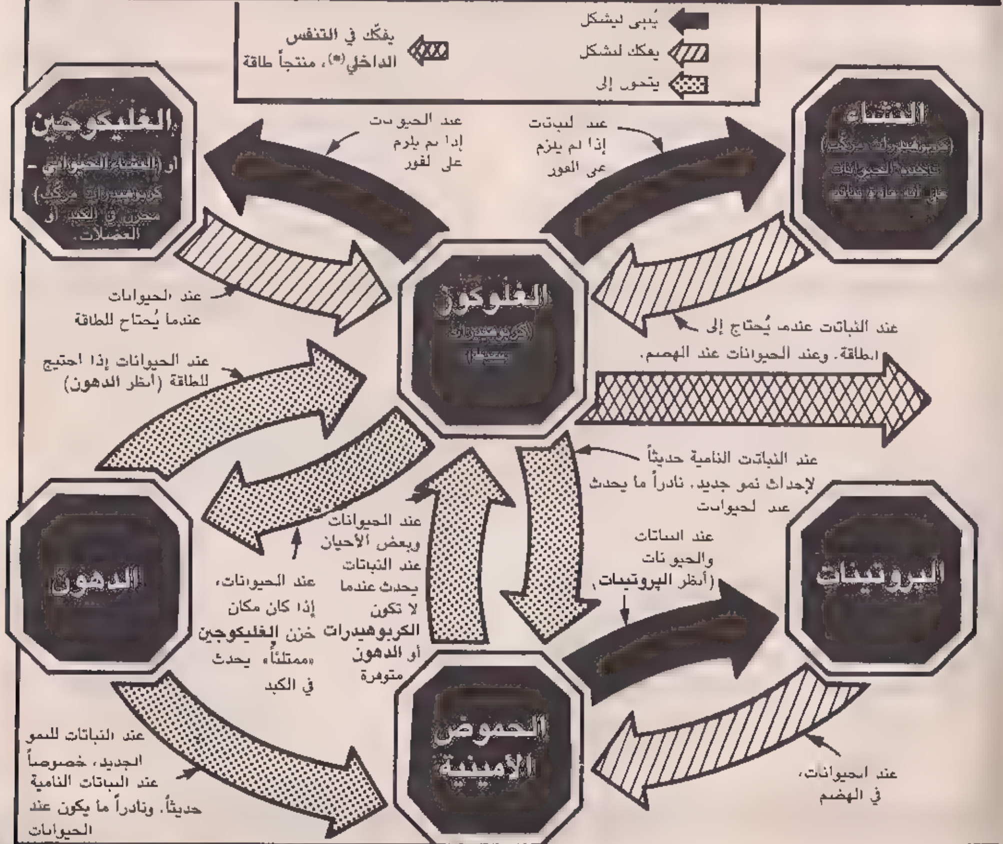
• **الدهون fats** مجموعة من المواد المركبة من الكربون والهيدروجين وكمية صغيرة من الأكسجين. تبني النباتات الدهون من المواد التي تتلقاها من الخارج بالاغتذاء، فتخزنها في بذورها لتكون خزيناً غذائياً في معظم الأحيان. ويمكن تحويل الدهون إلى **غلوكوز** إضافي (أنظر **الكربوهيدرات**)، وذلك لتأمين الطاقة لنمو النبات. ينتج هضم الحيوانات للدهون **حموضاً دهنية fatty acids وغليسرول glycerol** (أنظر ص 108-109). فإذا دعت الحاجة إلى تفكيكها (فضلاً عن الغلوكوز) للحصول على الطاقة، يتم ذلك في الكبد. ينتج عن ذلك منتجات يستطيع الكبد تحويل بعضها إلى غلوكوز ويعجز عن تحويل بعضها الآخر. فيتم تحويل الأخيرة في مكان آخر إلى مادة تشكل مرحلة متأخرة من عملية تفكيك الغلوكوز. أما الحموض الدهنية والغليسرول غير اللازمة للطاقة فسرعان ما تتحد مرة ثانية لتشكل جزيئات دهنية يجري تخزينها في مناطق مختلفة من الجسم، تحت الجلد مثلاً (أنظر **الطبقة تحت الجلدية subcutaneous layer** ص 82).

(*) الانزيمات 103؛ الپپتيدات المتعددة 109؛ التنفُّس الداخلي 104.

• **الفيتامينات vitamins**. مجموعة من المواد الحيوية بالنسبة إلى الحيوانات التي تحتاجها بكميات ضئيلة جداً. ويتلخص دور العديد من الفيتامينات في أنها **أنزيمات تميمية**(*) **coenzymes**، أي أنها تساعد الأنزيمات على تحفيز التفاعلات الكيميائية. أنظر ص 109 حيث توجد لائحة بالفيتامينات ووظائفها.

• **الأملاح المعدنية minerals**. مواد طبيعية غير عضوية كالفوسفور والكلسيوم، تكوِّن جزءاً حيوياً من الأنسجة النباتية والحيوانية (كما في العظام والأسنان). ويمكن العثور على العديد من المعادن في **الأنزيمات**(*) والفيتامينات vitamins. وهي تضم **عناصر نادرة trace elements** كالنحاس واليود الموجودين بكميات ضئيلة جداً.

• **الألياف fibre** أو **الخشائن roughage**. غذاء متليِّف معظمه من **السليلوز cellulose**، وهو **كربوهيدرات** متوفر في **جدران الخلايا**(*) **cell walls** النباتية. وخلافاً لمعظم الكربوهيدرات لا تستطيع أكثرية الحيوانات، بما فيها الإنسان، هضم السليلوز، لأنها تفتقر إلى **الأنزيم الهاضم**(*) **digestive enzyme** أو **السليولاز cellulase** (بعض الحيوانات كالبزاق مثلاً يملك هذا الأنزيم، وبعض آخر كالبقر يجب أن يهضم السليلوز ويفعل ذلك بطريقة مغايرة ـ أنظر **الكرش rumen**، ص 43). ولأن حجم الألياف كبير، فإن الطعام يمكن تداوله بواسطة عضلات الأمعاء وتحريكه في الجهاز الهضمي.



(*) الأنزيمات التميمية 103 (الانزيمات) الأنزيمات الهاضمة 108، التنفس الداخلي 104؛ جدار الخلية 10.

الاستقــلاب

الاستقلاب **metabolism** مصطلح جامع لكل التفاعلات الكيميائية المعقَّدة والمنسَّقة جيداً التي تحدث في العضوية. ويمكن تقسيم هذه التفاعلات إلى مجموعتين: **الاستقلاب البنائي والاستقلاب الهدمي**. وتتفاوت سرعات التفاعلات بحسب تباين بيئات العضويات الداخلية والخارجية، وتضطلع بدور كبير في إبقاء الشروط الداخلية مستقرة (أنظـر **الاستتباب homeostasis**، ص 105).

● **الاستقلاب الهدمي catabolism**. مصطلح جامع يُستدل به على كل **التفاعلات التقويضية decomposition reactions** (الهدمية) التي تطال المركبّات في الجسم. ومن الأمثلة نورد الهضم عند الحيوانات الذي يُفكك المواد المعقدة إلى مواد أبسط من حيث التركيب (أنظر ص 108-109). وكذلك التفكيك اللاحق للمواد البسيطة (**التنفس الداخلي(*) internal respiration**). والاستقلاب الهدمي ينتج دائماً الطاقة (يضيع معظمها خلال الهضم على هيئة حرارة، بيد أن الطاقة الباقية في التنفس الداخلي تستخدم لدعم نشاطات الجسم). وتجدر الإشارة إلى أن عملية الاستقلاب الهدمي نفسها تحتاج إلى طاقة مثلها مثل التفاعلات الكيميائية. وتؤخذ هذه الطاقة من الطاقة الكبيرة الناتجة أثناء التفاعلات. ويُحرر ما تبقى، ومن ثم تكون الحصيلة الإجمالية «وفر» في الطاقة.

● **الاستقلاب البنائي anabolism**. مصطلح جامع يُستدل به على كل **التفاعلات التمثيلية synthesis reactions** (البنائية) التي تصنع المواد في الجسم. ومن الأمثلة على ذلك عملية ربط الحموض الأمينية ببعضها ببعض لتركيب البروتينات (أنظر ص 100). ويحتاج الاستقلاب البنائي دائماً إلى الطاقة نظراً إلى ضآلة كمية الطاقة التي تنتج أثناء التفاعلات الجارية، بحيث لا تكفيه (أي تكون الحصيلة الإجمالية للاستقلاب البنائي «خسارة» للطاقة) ويغطى العجز من «وَفر» الطاقة الناجم عن **الاستقلاب الهدمي**.

● **السرعة الاستقلابية matabolic rate**. السرعة الإجمالية التي تتم بها التفاعلات الاستقلابية في الفرد. وعند الإنسان، تتباين السرعة الاستقلابية من فرد إلى فرد، بل وضمن الفرد باختلاف الشروط والظروف. فهي تزداد عند التوتر stress وارتفاع درجة حرارة الجسم وأثناء التمارين. لذلك فإن السرعة الاستقلابية الصحيحة والدقيقة عند الفرد لا تقاس إلا عندما يكون مرتاحاً وذا حرارة عادية، وتسمى هذه **السرعة الاستقلابية القاعدية basal metabolic rate (BMR)** وتقاس **بالكيلوجول** لكل $م^2$ من مساحة الجسم في الساعة. (أنظر طريقة القياس والاحتساب على الصفحة المقابلة).

إن الأفراد ذوي السرعة الاستقلابية القاعدية المرتفعة يمكنهم أكل كميات كبيرة من الطعام دون أن تزداد أوزانهم، لأن **الاستقلاب الهدمي** للطعام (في خلاياهم) يحدث سريعاً فلا يُخزن كثير من الدهون. وهذه السرعة العالية غالباً ما تنتج «فائضاً» من الطاقة (أي كمية طاقة لا يحتاج إليها **الاستقلاب البنائي**)، فيبدو هؤلاء أن لديهم «طاقة عصبية» كبيرة. أما الأفراد ذوو السرعة الاستقلابية القاعدية المنخفضة فيزداد وزنهم بسهولة ويبدو أن لديهم طاقة ضئيلة.

وتتأثر السرعة الاستقلابية بعدد من **الهرمونات(*) hormones** وخصوصاً **هرمون التأثير الجسدي STH والثيروكسين thyroxin والأدرينالين adrenalin والنورأدرينالين noradrenalin**. ولمزيد من المعلومات عن هذه الهرمونات، أنظر ص 106-107.

● **الكيلو جول kilojoule**. وحدة لقياس الطاقة تستعمل في علم الحياة بوجه خاص للتعبير عن كمية الطاقة الحرارية الناجمة عن **الاستقلاب الهدمي catabolism** للغذاء، وبالتالي للتعبير عن **السرعة الاستقلابية القاعدية** عند الاشخاص (أنظر **السرعة الاستقلابية**). وتقوم الحسابات التي يشتمل عليها قياس السرعة الاستقلابية القاعدية على الجمع بين بعض الحقائق المعروفة عن عدد الكيلوجول لان الناشئة عن تفكك المواد المختلفة وبين قياس استهلاك الأكسجين في ظل شروط مسيطر عليها (أنظر أدناه).

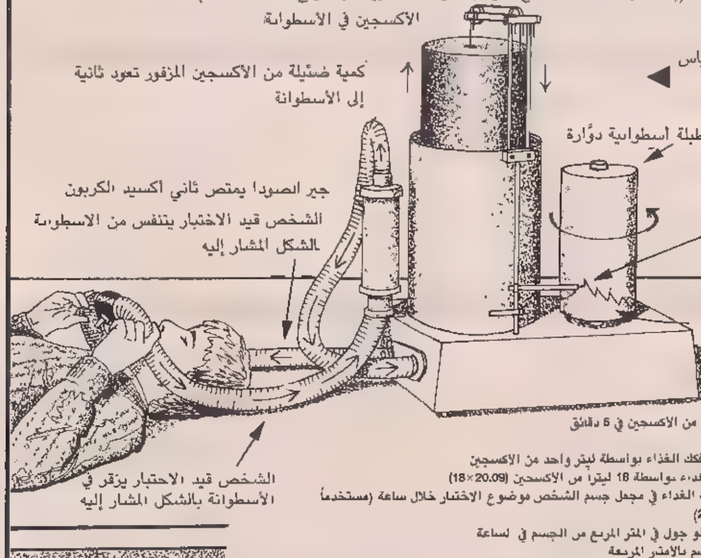
كيفية احتساب السرعة الاستقلابية القاعدية لشخص ما (ك جول/$م^2$/سا)

الحقائق المعروفة (ويمكن الحصول عليها من جهاز قيس السعرات الحرارية) هي:

1. إذا استعمل ليتر أكسجين لتفكيك بعض الكربوهيدارت ينتج نحو 21.21 كيلوجول (أي طاقة تكفي لرفع درجة حرارة نحو 5050 غراماً من الماء درجة مئوية واحدة 1°م)
2. أما في حالة الدهون فإن نتيجة استخدام ليتر أكسجين تساوي 19.74 كيلو جول.
3. وفي حالة البروتينات تساوي النتيجة 19.32 كيلو جول

الحساب الأول

إن الطاقة الحرارية اتي تتولَّد عندما يتفكك الغذاء، باستحدام ليتر واحد من الأكسجين تساوي متوسط الأرقام الثلاثة أعلاه، أي 20.09 كيلو جول (إذا تناول الفرد الخاضع للقيس كميات متساوية من أنواع الغذاء الثلاثة)



الحسابات (مثال)

1 استهلك الشحص موضوع الاختبار 1.5 ليترات من الاكسجين في 5 دقائق
2 بإمكانه ستهلاك 18 ليترا في الساعة (1.5×12)
3 من المعلوم أن 20.09 كيلو جول تنتج عندما يتفكك الغذاء بواسطة ليتر واحد من الاكسجين
4 إدن فإن 361.62 كيلو جول تنتج عند تفكيك الغذاء بواسطة 18 ليترا من الاكسجين (20.09×18)
5 ومن ثم فإن 361.62 كيلو جول تنتج عند تفكيك الغذاء في مجمل جسم الشخص موضوع الاختبار خلال ساعة (مستخدماً 18 لتر اكسجين في الساعة انظر نقطة رقم 2)
6 ولكن السرعة الاستقلابية القاعدية تقاس بالكيلو جول في المتر المربع من الجسم في الساعة
7 يستخدم جدول نقياسي لحساب مساحة الجسم بالأمتار المربعة
8 تقسم 361.62 على مساحة الجسم (2 متر مربع مثلاً) فيكون الناتج = 180.81 كيلو جول/$م^2$/ساعة

● **الأنزيمات enzymes**. بروتينات خاصة (**بروتينات محفِّزة catalytic protiens**) توجد في أجسام كل الكائنات الحية، وتعتبر هامة بالنسبة إلى التفاعلات الكيميائية الحيوية. فالأنزيمات تتصرف بمثابة **محفِّزات catalysts**، أي أنها تسرع التفاعلات دون أن تتغير هي نفسها. وثمة أنزيمات عديدة تحتاج بدورها إلى مساعدة من مواد أخرى تسمى **الأنزيمات المساعِدة co-enzymes**. التي تقوم جزيئاتها «بنقل» نواتج أحد التفاعلات (التي سرَّعتها الأنزيمات) لتدخل في التفاعل التالي. وهناك العديد من الأنزيمات المختلفة، **كالأنزيمات الهاضمة digestive enzymes** التي تتحكم بتفكيك المواد الغذائية المعقدة إلى مواد ذوابة بسيطة (أنظر ص 108-109)، **والانزيمات التنفسية respiratory enzymes** التي تتحكم بتفكيك المواد البسيطة في الخلايا (أي **التنفس الداخلي(*) internal respiration**).

الطاقة من أجل الحياة والاستتباب

يحتاج الكائن الحي إلى الطاقة للقيام بنشاطاته. وتتأتى هذه الطاقة من سلسلة تفاعلات كيميائية تجري داخل الخلية وتعرف باسم **التنفس الداخلي internal respiration** أو **التنفس النسيجي tissue respiration** أو **التنفس الخلوي cellular respiration**. وتحتوي الخلايا على مواد غذائية بسيطة متنوعة هي نواتج التفكيك الهضمي عند الحيوانات (أنظر ص 108-109)، **والتخليق الضوئي(*) photosynthesis** عند النباتات. فهذه المواد كلها تحتوي على طاقة مخزَّنة تطلق عند تفكيكها بعملية التنفس الداخلي. وفي معظم الحالات يكون الغلوكوز هو المادة التي تتفكك (أنظر **الكربوهيدرات** والرسوم، ص 100-101). وثمة نوعان من التنفس الداخلي: **التنفس اللاهوائي والتنفس الهوائي**.

• **التنفس اللاهوائي anaerobic respiration**. نوع من **التنفس الداخلي** الذي لا يحتاج إلى أكجسين حر (أي الأكسجين الداخل إلى الجسم عن طريق الشهيق).
والتنفس اللاهوائي عملية تجري في خلايا كل العضويات، وتطلق كمية صغيرة من الطاقة. وفي معظم العضويات يشتمل التنفس اللاهوائي على سلسلة تفاعلات كيميائية تسمى **التحلُّل الغلوكولي glycolysis**، وتفكك الغلوكوز لتنتج منه **حمض البيروفيك** (حمص الحصرم) **pyruvic acid**. وفي الحالات العادية يعقب ذلك فوراً **تنفس هوائي** يحلِّل هذا الحمض السام بوجود الأكسجين، الأمر الذي يحرر كمية كبيرة من الطاقة. أما في الحالات غير العادية، فقد لا يتاح للطور الهوائي أن يحدث فوراً، مما يجعل من حدوث طور آخر لا هوائي أمراً واقعاً. (أنظر **القصور الأكسجيني**).

وفي بعض العضويات الدقيقة، كالخميرة وبعض الجراثيم يستمر التنفس اللاهوائي دائماً في كل مراحل النمو، مؤمناً الطاقة الكافية لها بدون تطلب الأكسجين.

• **التنفس الهوائي aerobic respiration**. النوع الثاني من **التنفس الداخلي**، لا يحدث إلا إذا وجد الأكسجين الحر. وهو الطريقة التي تحصل كل الكائنات الحية على طاقتها بواسطتها، بحيث يعقب التنفس الهوائي تنفساً لاهوائياً. والأكسجين (الذي يجلبه الدم) يذهب إلى كل خلية من الخلايا ويتفاعل في **الحُبَيْبَات الخيطية(*) mitochondria** مع حمض **البيروفيك** الناتج من التنفس اللاهوائي. أما المادتان الناتجتان النهائيتان فهما ثاني أكسيد الكربون والماء، فيما تتحرَّر طاقة كيميائية «لتتخزن» عندئذٍ في جزيئات **الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP)**.

والتنفس الهوائي هو مثل على **الأكسدة oxidation**، أي تفكك مادة ما بوجود الأكسجين.

• **القصور الأكسجيني oxygen debt**. وضع ينشأ عندما تقوم العضوية التي **تتنفس هوائياً** بعمل جسدي شديد. في مثل هذه الحالة تستخدم الخلايا الأكسجين بسرعة تفوق سرعة دخوله إليها. وهذا يعني أنه لا توجد كمية كافية من الأكسجين لتفكيك **حمض البيروفيك** السام، الذي نتج عن الطور التنفسي الأول أي **اللاهوائي**. فيخضع هذا الحمض بدلاً من ذلك إلى تفاعلات لاهوائية تحوِّله إلى **حمض اللاكتيك** (**حمض اللبن**) **lactic acid**. الذي يقل ضرره كثيراً. يبدأ هذا الحمض بالتراكم، فتكتسب العضوية حالة القصور الأكسجيني. بيد أن الجسم يعمد بعدئذٍ إلى تنشق الأكسجين بصورة أسرع من المعتاد حتى يتمكن من تحليل حمض اللاكتيك.

• **الأدينوزين ثنائي الفوسفات adenosine diphosphate (ADP)**. **والأدينوزين ثلاثي الفوسفات adenosine triphosphate (ATP)**. مادتان تتكونان من مجموعة كيميائية تسمى **الأدينوزين adenosine** متحدة مع **مجموعتين** وثلاث **مجموعات فوسفاتية phosphate groups** على التوالي. وتتألف المجموعة الفوسفاتية من ذرات مترابطة من الفوسفور والأكسجين والهيدروجين ويمكن أن تتحد وحيدة مع مواد أخرى أو متصلة بمجموعات فوسفاتية أخرى في سلسلة. عندما يحدث **التنفس الهوائي**، تتحرَّر الطاقة الكيميائية لتدخل في التفاعلات التي تسبب تحوُّل جزيئات الأدينوزين ثنائي الفوسفات إلى جزيئات الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (وذلك بانضمام مجموعة فوسفاتية ثالثة إلى المجموعتين الموجودتين). يمكن اعتبار الطاقة التي تدخل في إحداث هذه التفاعلات «مخزونة» على هيئة الأدينوزين ثلاثي الفوسفات، وهي مادة يسهل تخزينها في الخلايا (وخصوصاً في خلايا الأعضاء التي تحتاج إلى كمية كبيرة من الطاقة كالعضلات مثلاً). وعندما يلزم الأمر صرف الطاقة، تجري تفاعلات تحوِّل ثلاثي الفوسفات ثانية إلى ثنائي الفوسفات. (ATP ← ADP)، فتتحرر الطاقة «المخزونة». وهكذا تتأمن القوة اللازمة حتى تمارس الخلايا نشاطاتها.

الاستتبـــاب

الاستتباب homeostasis حفاظ العضوية على **بيئة داخلية internal environment** مستقرة، مثل ثبات درجة الحرارة والتركيب ومستوى سوائل الجسم وضغطها **والسرعة الاستقلابية(*) metabolic rate**، إلخ. وهو أمر حيوي لكي تمارس العضوية وظائفها كما يجب. يتطلب الاستتباب كشف أي انحراف عن المعايير (قد تسببه العوامل الداخلية والخارجية) والوسائل اللازمة لتصحيحه، وهو يمارس بفعالية خصوصاً عند الطيور **والثدييات(*) mammals** كالإنسان. ويتمُّ كشف الانحرافات بواسطة **التغذية المرتدة feedback** للمعلومات المرسلة إلى أعضاء السيطرة. وعلى سبيل المثال يقوم البنكرياس دائماً بتفحص مستوى الغلوكوز في الدم (أي تغذى المعلومات بطريقة مرتدة) أما تصحيح الانحراف فيتم بواسطة **تغذية مرتدة سلبية** أي تغذية مرتدة «تتنبىء» عن الانحرافات، فتنشىء تغيراً في الفعل. فإذا ارتفع مستوى الغلوكوز في الدم مثلاً، فإن البنكرياس سرعان ما يبادر إلى إنتاج كمية أكبر من **الإنسولين(*)** لتخفيضه (أنظر **الهرمونات التضادية**، ص 106). وهكذا فإن معظم أفعال الاستتباب تخضع لسيطرة الهرمونات (تماماً كما رأينا في مثل الغلوكوز والإنسولين) التي يتحكم بالعديد منها **تحت المهاد(*) hypothalamus** في الدماغ. وثمة مثل آخر على أهمية تحت المهاد في تجانس الاتزان هو التحكم بحرارة الجسم. فالطيور جميعاً، وكذلك الثدييات هي كائنات **متجانسة الحرارة homiothermic** (دمها حار)، أي أنها تستطيع الاحتفاظ بدرجة ثابتة (مقدارها 37° مئوية عند الإنسان) بغض النظر عن الشروط الخارجية. (على عكس الحيوانات **متغيرة الحرارة poikilothermic** أو ذوات الدم البارد). فمنطقة «تنظيم الحرارة» أو **منطقة أمام الفُصوص البصرية** في تحت المهاد تقوم بكشف أي تغير في درجة حرارة الجسم وترسل النبضات إما إلى **مركز تخفيض الحرارة heat-losing centre** أو إلى **مركز زيادة الحرارة heat-promoting**، فتقوم هاتان المنطقتان بإرسال النبضات العصبية التي إما أن تخفض الحرارة أو ترفعها.

الهرمـــونات

الهرمونات hormones. «رسل» كيميائية خاصة تتحكم بنشاطات متنوعة في داخل العضوية. هاتان الصفحتان تحتويان على الهرمونات التي يفرزها الإنسان. والنباتات أيضاً تنتج هرمونات (**هرمونات نباتية phytohormones**) على الرغم من أن دورها ليس مفهوماً بعد بالكامل (أنظر **الطبقة الفصالية abscission layer** ص 21، **والانتحاء الضوئي photoperiodism** و**هرمونات النمو growth hormones** ص 23). وتفرز هرمونات الإنسان **الغُدد الصماء**(*) **endocrine glands**، بحيث يؤثر بعض الهرمونات على جزء خاص من أجزاء الجسم (أي **الخلايا المستهدفة target cells** أو **الأعضاء المستهدفة target organs**) فيما يؤثر البعض الآخر تأثيراً عاماً. ويعتبر **تحت المهاد**(*) **hypothalamus** (وهو جزء من الدماغ) الضابط الرئيس في عمليات إنتاج الهرمونات، فهو يتحكّم بإفراز العديد من الغدد، وخصوصاً عبر تحكمه **بالغدة النخامية**(*) **pituitary gland** التي تضبط بدورها كثيراً من الغدد. «يوجه» تحت المهاد الغدة النخامية كي تفرز هرموناتها، وذلك بإرساله **عوامل ضابطة** إلى **فصّها الأمامي anterior lobe** ونبضات عصبية إلى **فصّها الخلفي posterior lobe**. ويعتبر إفراز الهرمون حيوياً لإقامة **الاستتباب**.

- **العوامل الضابطة regulating factors**. مواد كيميائية خاصة تتحكم بإنتاج عدد من الهرمونات ومن ثم بكثير من وظائف الجسم الحيوية. تُرسل العوامل الضابطة إلى **الفص الأمامي من الغدة النخامية**(*) بواسطة **تحت المهاد**(*). وهناك نوعان من العوامل الضابطة هما: **العوامل المنبِّهة releasing factors**، أي التي تدفع الغدة إلى إفراز هرمونات خاصة، **والعوامل المثبِّطة inhibiting factors**، أي التي توقف الغدة عن إفراز هرموناتها. مثلاً يسبِّب العامل المنبِّه لهرمون حث **الجُرْيبات FSH** والعامل المنبِّه **للهرمون المصفِّر LH** إفراز هرموني **FSH** و **LH** (أنظر الجدول) ومن ثم استهلال عملية **البلوغ**(*) **puberty**. وهناك العديد من العوامل الضابطة التي تعتبر عوامل حيوية **لإقامة الاستتباب**(*).

- **الهرمونات التضادية antagonistic hormones**. الهرمونات ذات التأثيرات المتضادة، كهرموني **الغلوكاغون glucagon والإنسولين insulin** (أنظر الجدول). فعندما ينخفض مستوى الغلوكوز في الدم كثيراً، فإن البنكرياس يعمد إلى إطلاق الغلوكاغون لرفعه ثانية. أما ارتفاع مستوى الغلوكوز فيدفع البنكرياس إلى إنتاج الإنسولين لتخفيض مستواه (**أنظر الاستتباب، ص 105**).

الهـرمـونـات	اين تُنتَج	التـأثيـرات
هرمون منشط لقشرة الكظر ACTH (adrenocorticotropic hormone)	الغدة النخامية (ص 69) (الفص الأمامي)	يحفز إنتاج الهرمونات في **قشرة الغدد الكظرية** (ص 69).
هرمون منشط للدرقية TSH (thyroid stimulating hormone)	الغدة النخامية (ص 69) (الفص الأمامي).	يحفز إنتاج **التيروكسين** بواسطة **الغدة الدرقية** (ص 69).
هرمون منشط للجسم STH (soma-totropic hormone) أو هرمون نمو الجسم HGH	الغدة النخامية (ص 69) (الفص الأمامي)	يحفز النمو بزيادة السرعة التي تترابط فيها الحموض الأمينية لتخليق ليروتينات في الخلايا.
هرمون منبه جُرَيبي FSH (follicle-stimulating hormone).	الغدة النخامية (ص 69) (الفص الأمامي)	يعمل عند المرأة بالتعاون مع **LH** لتحفيز نمو **البييضة** في **الجريبين المبيضيين** (ص 89) وإفراز **الاستروجين** بواسطة الجريبين في أطوار **الدورة الشهرية** المبكرة (ص 90). أما عند الرجل فيسبب تكوّن **المني** (ص 93).
هرمون مصفر (lutenizing hor-mone) LH يسمى أيضاً luteotropin عند النساء أو هرمون منشط للخلية السدوية ICSH عند الرجال.	الغدة النخامية (ص 69) (الفص الأمامي)	يحفز **الإباضة** (ص 90) وتكوُّن **الجسم الاصفر** (ص 90) وإفرازه إلاستروجين **والبروجيسترون**. يعمل مع الاستروجين والبروجيسترون لتحفيز تغلظ بطانة **الرحم** (ص 89). أما عند الرجل فهو يحفز إنتاج **الأندروجين**
هرمون مولد للبنى loctogenic hormone أو PR (prolactin)	الغدة النخامية (ص 69) (الفص الأمامي)	يعمل مع **LH** لإفراز الهرمونات بواسطة **الجسم الأصفر** (ص 90). كما يسبب أيضاً إنتاج الحليب بعد الوضع.
أكسيتوسين oxytocin.	تحت المهاد (ص 75). يتكون في الغدة النخامية (الفص الخلفي)	يحفز تقلصات عضلات **الرحم** (ص 89) أثناء المخاض وإدرار الحليب بعد الوضع
هرمون مضاد للإبالة ADH (anti-diuretic hormone) أو vasopressin.	تحت المهاد (ص 75) يتكون في الغده النخامية (الفص الخلفي)	يزيد كميه الماء الذي اعيد امتصاصه في الدم من **النبيبات البولية** (ص 73) في الكليتين.
التيروكسين thyroxin	الغدة الدرقية (ص 69)	يزيد من سرعة تحلُّل الغذاء، كما يزيد الطاقة ويرفع درجة حرارة الجسم. يعمل مع **STH** عند الفتيان لضبط سرعة النمو والتطور. يحتوي على اليود.
تيروكالسيتونين TCT أو كالسبتونين	الغدة الدرقية (ص 69).	ينقص مستوى الكلسيوم والفوسفور في الدم بإنقاص كمية إطلاقه من العظام (حيث يتخزنان)
هرمون الغدة مجاورة الدرقية PTH أو Parathyrin أو parathormon .	الغدة مجاورة الدرقية (ص 69	يرفع من مستوى الكلسيوم في الدم بزيادة كمية إطلاقه من العظام (أنظر أعلاه). ينقص مستوى الفوسفور.
الأدرينالين أو الأدرينين أو الابينفرين النورأدرينالين أو النورإبينفرين	الغدد الكظرية (ص 69) (**النخاع المستطيل**). وكذلك عند الأطراف العصبية يفرز عند الاهتياج أو الشعور بالخطر	يحفز الكبد عى إطلاق المزيد من الغلوكوز في الدم كي يتفكك تحصيلا للطاقة. يحفز ازدياد سرعة خفقان القلب والتنفس وتضيُّق الأوعية الدموية.
ألدوستيرون aldosterone	الغدد الكظرية (ص 69) (القشرة).	يزيد كمية الصوديوم والماء في الدم بإعادة امتصاصهما من **النبيبات البولية** (ص 73) في الكليتين
الكورتيزون cortisone أو الهيدروكورتيزون أو الكورتيزول.	الغدد الكظرية (ص 69) (القشرة).	يحفز زيادة سرعة تحلل الغذاء تحصيلا للطاقة، وبذلك يزيد من القدرة على مقاومة التوتر ويخفض الالتهابات
الأستروجين oestrogen (هرمون جنسي أنثوي) البروجستيرون progesterone (هرمون جنسي انثوي)	غالباً في **الجريبين المبيضيين** (ص 89) **والجسم الأصفر** (ص 90) في **المبيضين** (أعضاء الأنثى التناسلية، ص 89). وكذلك في **المشيمة** (ص 91) أثناء الحمل.	ينشط الاستروجين نمو **الصفات الجنسية الثانوية** عند **البلوغ** (ص 90)، كنمو الثديين مثلاً. يعمل الاثنان معاً على تحضير **الغدتين الثديتين** كي تنتجا الحليب، كما يعملان مع **LH** لإحداث تغلظ بطانة **الرحم** (ص 89). ويسود البروجسترون عند نهاية **الدورة الشهرية** (ص 90) وأثناء الحمل عندما يحافظ على جهوزية بطانة الرحم والغدة الثديية
الاندروجين androgens (هرمون جنسي ذكري) وخصوصاً التستوسيترون	غالبا في **الخلايا الخلالية في الخصيتين** (أعضاء الذكر التناسلية، ص 88).	ينشط نمو **الصفات الجنسية الثانوية** عند **البلوغ** والحفاظ عليها (ص 90)، مثل نمو شعر الذقن.
الغاسترين gastrin	خلايا في المعي الدقيق	يحفز على إنتاج **العصارة المعدية** (ص 108)
(كوليسيستوكينين CCK (cholecystokinin)	خلايا في المعى الدقيق	يحفز على فتح **مصرّة اودي sphincter of oddı** وتقلص **المرارة** وإطلاق **الصفراء** (وكلها في ص 69) إلى **الإثني عشري** (ص 67).
سيكريتين secretin / (بنكريوزيمين PZ pancreozymin)	خلاي في المعى الدقيق	يحفز البنكرياس على إنتاج **العصارة البنكرياسية** (ص 108) وإفرازها في **الإثني عشري** (ص 67).
إنتيروكرينين enterocrinin.		يحفز على إنتاج **العصارة المعوية** (ص 108).
الإنسولين insulin.	البنكرياس حين يكون مستوى الغلوكوز في الدم مرتفعاً جداً.	يحفز الكبد على تحويل الغلوكوز إلى غليكوجين للتخزين (ص 101). كما يسرع نقل الغلوكوز إلى الخلايا.
الغلوكاغون glucagon.	البنكرياس حين يكون مستوى العلوكور في الدم منخفض حدا	يحفز تحويل الغليكوجين إلى غلوكوز بشكل اسرع في الكبد (ص 101)، وكذلك تحويل الدهون والبروتينات إلى غلوكوز.

(*) البلوغ 90، تجانس الاتزان 105؛ تحت المهاد 75، الغدة النخامية 69؛ الغدد الصماء 69

العصارات الهضمية والأنزيمات

تحتوي كل العصارات الهضمية(*) digestive juices في الجسم البشري على أنزيمات(*) تتحكم بتفكيك الغذاء وتحليله إلى مواد بسيطة قابلة للذوبان وهذه الأنزيمات تسمى الأنزيمات الهاضمة، ويمكن تقسيمها إلى ثلاث مجموعات الأميلاز (ات) amylases أو الدياستاز(ات) diastases تحفز هضم الكربوهيدرات(*) carbohydrate وتكون النواتج أحاديات السكريد البروتيناز(ات) proteinases أو الپپتيداز(ات) peptidases تحفز هضم البروتينات فتحللها إلى حموض أمينية(*) amino acids وذلك بتحليل الروابط الپپتيدية. الليپاز(ات) lipases تحفز هضم الدهون fats فتحولها إلى غليسيرول وحموض دهنية (أنظر الدهون، ص 100) يحتوي الجدول أدناه على العصارات الهضمية المختلفة الموجودة في الجسم وأنزيماتها وتأثيراتها.

العصارة الهضمية: اللُعاب saliva.
المنتج: الغدد اللعابية(*) في الفم.
الأنزيم الهاضم الأميلاز اللعابي (أو الپتيالين ptyalin)
التأثير يبدأ تفكيك الكربوهيدرات(*) كالنشاء والغليوكوجين (وهما من متعددات السكريد polysaccharides ـ أنظر ص 101).
الناتج بعض الدكسترين dextrin (متعدد سكريد أقصر طولاً) أنظر الملحوظة 1.

العصارات الهضمية عصارة البنكرياس
المنتج البنكرياس. تفرز العصارة إلى المعي الدقيق (أنظر السكريتين / PZ، ص 106).
الانزيمات الهاضمة
1 التريپسين (پروتيناز). أنظر الملحوظة 2.
2 الكيموتريپسين (پروتيناز). أنظر الملحوظة 2.
3. كربوكسي پپتيداز (پروتيناز) أنظر الملحوظة 2
4. الأميلاز البنكرياسي (أو الأميلوپسين).
5. الليپاز البنكرياسي.
التأثيرات
1. 2. 3 تكمل تواصل تفكيك البروتينات(*) (متعددات الپپتيد الطويلة والقصيرة).
4. يواصل تفكيك الكربوهيدرات(*)
5 يفكك جزيئات الدهن(*)
النواتج
1. 2. 3 پپتيدات ثنائية وبعض الحموض الأمينية(*)
4. المالتوز (سكريد ثنائي)
5. غليسرول وحموض دهنية (أنظر الدهون، ص 100).

العصارة الهضمية العصارة المعدية gastric juice.
المنتج: الغدد المعدية(*) gastric glands في بطانة المعدة تفرز في المعدة (المَعْدين ـ gastrin، ص 106)
الأنزيمات الهاضمة
1. الپپسين (پروتيناز). انظر الملحوظة 2.
2 الرينين (پروتيناز) أنظر الملحوظة 2
3. حمض الهيدروكلوريك
4. الليپاز المعدي موجود بصورة رئيسية عند اليافعين
التأثير
1 يبدأ تفكيك البروتينات(*) (متعددات الپپتيد).
2 يعمل (مع الكلسيوم) على تخثير الحليب، أي يؤثر على بروتين الحليب (الكازيين casein). أنظر الملحوظة 3.
3 ينشط الپپسين (أنظر الملحوظة 2)، يخثر الحليب عند الكبار (أنظر الملحوظة 3) ويقتل البكتيريا.
4. يبدأ تفكيك الدهن(*) في الحليب
النواتج
1. متعددات الپپتيد أقصر طولاً.
2. 3 خثارات، أي الحليب الصلب
4. مركبات وسطية.

العصارة الهضمية العصارة المعوية intestinal Juice (او succus entericus).
المنتج. الغدد المعوية(*) في بطانة المعى الدقيق الإفراز النهائي في المعى الدقيق (أنظر الإنيتروكرينين ـ enterocrinin، ص 106).
الأنزيمات الهاضمة
1. المالتاز (أميلاز).
2. السُكراز (أو أزّ السكر saccharase) (أميلاز)
3. اللاكتاز (أميلاز).
4. الانيتروكيناز انظر الملحوظة 2.
التأثيرات
1. يفكك المالتوز (ثنائي سكريد)
2. يفكك السكروز (ثنائي سكريد)
3. يفكك اللاكتوز (ثنائي سكريد)
4. يكمل تفكيك البروتينات(*) (ثنائيات الپپتيدات).
النواتج
1. الغلوكوز (أو الدكستروز) (احادي سكريد)
2. الغلوكوز والفراكتوز (أحادي سكريد)
3 الغلوكوز والغالاكتوز (أحادي سكريد).
4. الحموض الأمينية(*).

العصارة الهضمية الصفراء
المنتج. الكبد. تخزن في المرارة(*). تفرز إلى المعى الدقيق (أنظر CCK ص 106)
مكوناتها أملاح الصفراء وحموضها
التأثيرات: تفكك الدهون(*) (والمركبات الوسطية) إلى جزيئات أصغر، تسمى العملية الاستحلاب emulsification.

ملحوظات:

1. لا ينتج الكثير من الدكسترين في هذه المرحلة، لأن الطعام لا يبقى طويلاً في الفم، ومعظم الكربوهيدرات تعبر دون تغيير
2. البروتينازات تفرز أولاً بشكل غير ناشط كي لا تعمد إلى هضم القنوات الهضمية (وهي مصنوعة من البروتينات كمعظم أعضاء الجسم). ولكنها ما إن تصبح في مكان تحميه الأغشية مخاطية(*) حتى تتحول إلى أشكال ناشطة. فحمض الهيدروكلوريك يحول الپپسينوجين إلى پپسين، ويحول الأنتروكيناز التريپسينوجين إلى تريپسين، يقوم التريپسين بدوره بتحويل الكيموتريپسينوجين والپروكربوكسي پپتيداز إلى كيموتريپسين وكربوكسي پپتيداز على التوالي
3 إن دور الرينين وحمض الهيدروكلوريك في تخثير الحليب مهم جداً، ذلك أن الحليب السائل يمكن أن يمر بسرعة في الجهاز الهضمي دون أن يهضم.

(*) الأنزيمات 103، الحموض الأمينية 100، الدهون 100، الغدد المعدية، الغدد المعوية 68، الغدد اللعابية 68، المرارة 69.

المصطلحات المستخدمة

متعددات السكريد polysaccharides أكثر الكربوهيدرات(*)، تعقيداً. فكل عبارة عن ذلك أن المتعددة الواحدة تتكون من سلسلة من جزيئات أحاديات السكريد. ومعظم الكربوهيدرات التي يستقبلها الجسم هي من متعددات السكريد كالنشاء (وهو متعدد السكريد الرئيسي في الأغذية النباتية) والغليكوجين (أساسي في المادة الحيوانية). ولمزيد من المعلومات عن هاتين المادتين أنظر ص 101.

ثنائيات السكريد disaccharides. مركبات من جزيئتي أحادي سكريد، تشكل مراحل وسطية في تفكك متعددات السكريد، أو أنها تدخل الجسم كما هي (كالسكروز واللاكتوز). يوجد السكروز في نبات الشمندر السكري وقصب السكر، ويوجد اللاكتوز في الحليب

أحاديات السكريد monosaccharides. أكثر الكربوهيدرات(*) بساطة، تنتج كلها تقريباً من تفكك متعددات السكريد، رغم إمكانية تلقي الفراكتوز كما هو (يوجد في عصير الفواكه)، فضلاً عن أنه ينتج من تفكك السكروز. ويشكل الغلوكوز الناتج النهائي لتفكك كل الكربوهيدرات (وحتى الفراكتوز والغالاكتوز يتحولان إلى غلوكوز في الكبد).

متعددات الپپتيد polypeptides. هي الشكل المعقد الذي توجد به البروتينات حين تدخل إلى الجسم. وكل منها عبارة عن سلسلة من مئات (أو ألوف) من جزيئات الحموض الأمينية(*) (أنظر البروتينات، ص 100).

ثنائيات الپپتيد dipeptides. سلاسل مكونة من جزيئتين من حمض أميني(*). تشكل مراحل وسطية في تفكك متعددات الپپتيد

الفيتامينات وفوائدها

الفيتامين A (ريتينول retinol).
المصادر الكبد، الكليتان، زيوت كبد السمك، مشتقات الحليب، السمن النباتي، خضاب(*) (الكاروتين carotene) في الثمار الخضراء والصفراء والخضار وخصوصاً البندورة والجزر (يتحول الكاروتين إلى فيتامين A في الأمعاء).
الفوائد: يحفظ الصحة العامة للخلايا الظهارية(*) (الخلايا البطانية)، ويدعم نمو العظام والأسنان وهو ضروري للرؤية في ضوء معتم، يشترك في تشكيل خضاب(*) الحساسية الضوئية الرودوپسين rhodopsin الموجود في عُصَيات الشبكية(*) يساعد في مقاومة العدوى.

مجموعة فيتامينات B
مجموعة من 10 فيتامينات على الأقل توجد عادة معاً، وتضم ثيامين (أو انيورين) (B_1) ريبوفلافين (B_2)، نياسين (أو حمض النيكوتين أو النيكوتين ـ أميد) (B_3)، حمض الپانتوتنيك (B_5)، پيرودوكسين (B_6)، سيانوكوبالامين (او كوبالامين) (B_{12})، حمض الفوليك (Bc أو M)، بيوتين (ويسمى أحياناً فيتامين H)، ليسيثين.
المصادر. توجد جميعها في الخميرة والكبد. وباستثناء B_{12} توجد في الحبوب الكاملة والخبز ولُباب القمح، وفي الخضار الخضراء (كالفول) (ولكن B_{12} لا يوجد في أي محصول خضري). ويوجد B_2 و B_{12} خصوصاً في مشتقات الحليب كما يوجد معظم الفيتامينات B في البيض والمكسَّرات والأسماك والكلى والبطاطا وتنشىء بكتيريا الأمعاء الفيتامينات، B_6 وحمض الفوليك والبيوتين
الفوائد يُحتاج معظمها لنمو الأنسجة وحفظ صحتها، كالعضلات (B_1,B_6)، والاعصاب (B_{12}, B_6, B_3, B_1)، والجلد (B_{12}, B_6, B_5, B_3, B_2)، والشعر (B_2, B_5)، كما تساعد بعضها العمل المتواصل لأعضاء الجسم (B_5، ليسيثين، B_8) ومعظمها (B_{12}, B_6, B_5, B_3, B_2, B_1) انزيمات مساعدة(*) ضرورية لتفكيك الغذاء تحصيلاً للطاقة (التنفس الداخلي)(*). وكثير منها (خصوصاً B_2 و B_6 و B_{12}) أنزيمات مساعدة لبناء المواد (كالبروتينات)(*). لأغراض النمو او التنظيم أو الدفاع أما B_{12} وحمض الفوليك فحيويان لتشكيل خلايا الدم، في حين أن B_5 و B_6 حيويان لصنع مواد الأعصاب الكيميائية (المواد العصبية الناقلة)(*).

الفيتامين C (حمض الأسكوربيك ascorbic acid)
المصادر الخضروات الخضراء، البطاطا، البندورة، الحمضيات كالبرتقال والغريب فروت والليمون
الفوائد: يحتاج الفيتامين C لنمو الأنسجة وحفظ صحتها وخصوصاً الجلد والأوعية الدموية والعظام واللثة والأسنان كما يضطلع بدور انزيم مساعد(*) في العديد التفاعلات الاستقلابية وخصوصاً في تفكيك البروتينات(*) وبناء پروتينات جديدة من الحموض الأمينية(*) (خصوصاً الكولاجين ـ أنظر النسيج الضام، ص 52). كما يساعد في مقاومة العدوى وَلَأم الجراح.

الفيتامين D (كَلْسِفيرُول calciferol)
المصادر الكبد، زيوت كبد السمك، الأسماك الْمدَهِنة، مشتقات الحليب، مح البيض، السمون النباتية، مادة خاصة (هي البروفيتامين D_3) في خلايا الجلد، تتحول إلى فيتامين D ما إن تتعرض إلى أشعة الشمس)
الفوائد: ضروري لامتصاص الكلسيوم والفوسفور وترسيبها في العظام والأسنان. كما يمكنه العمل بالاشتراك مع هرمون PTH(*).

الفيتامين E (توكوفرُول tocopherol).
المصادر اللحم، مح البيض، الخضار ذات الأوراق الخضراء، النقولات، مشتقات الحليب، السمون النباتية، الحبوب، الخبز الأسمر، لُباب القمح، البذور، زيوت البذور والخضار.
الفوائد لا تعرف تماماً بعد. يُعتقد أن له دوراً في تشكيل الدنا(*) DNA والرنا(*) RNA وخلايا الدم الحمراء، وكذلك في الحث على الخصوبة وتفكيك الغذاء في الخلايا العضلية.

الفيتامين K (الفيلوكينون phylloquinone أو الميناكينون menaquinone).
المصادر: الكبد، الثمار، النقولات، الحبوب، البندورة، الخضار الخضراء وخصوصاً الملفوف والسبانخ. كما تصنعه باكتيريا الأمعاء
الفوائد. ضروري جداً لتشكُل البروثرومبين(*) في الكبد (يلزم لتخثر الدم).

(*) البروثرومبين 59، التنفس الداخلي 104، الخضاب 27، الدنا 96، الرنا 96، الشبكية 85، الظهارة 82، الأنزيمات المساعدة 103

تصنيف الكائنات الحية

التصنيف classification أو **taxonomy** هو تجميع الكائنات الحية ضمن مجموعات بناء على مميزاتها المشتركة. والنمط الرسمي الرئيسي في التصنيف (**التصنيف التقليدي classical taxonomy**) يرتكز على بناء المجموعات وفقاً للصفات البنيوية (أنظر ص 114). وتدرج مخططات التصنيف الناتجة عن ذلك أولاً المجموعات الكبرى (**العوالم kingdoms**)، ومن ثم تورد المجموعات والأقسام الأصغر الموجودة ضمن هذه المجموعات.

والمجموعات الأولى التي تلي العوالم هي **العُوَيلمات sub-kingdoms**، **فالشعب phyla**، عند الحيوانات **والأقسام divisions** عند النباتات (مع أن بعض مخططات تصنيف النباتات لا تتضمن العويلمات) ومن ثم تأتي **الصفوف classes والرتب orders والفضائل families والأجناس genera** وأخيراً (**النوع species**)، وهي الزمرة التصنيفية الصغرى. وقد لا تشمل بعض الشعب أو الأقسام (خصوصاً ذات الأعضاء القليلة) الزمر التصنيفية التي دونها (إذ قد تكون الزمرة التالية بعد الشعبة رتبة أو فصيلة أو جنساً أو حتى نوعاً)، كما يوجد بعض الحالات مجموعات وسيطة مثل **الصفيف sub-class والشعيبة sub-phyla**. تصنف المخططات التالية (ص 110-113) حتى حدود الصفوف فحسب في معظم الحالات، وقد تورد تحت صفوف **وصفوف دنيا infraclasses**، كما في حالة **الثدييات**

وتجدر الملاحظة أن بعض مواقع تصنيف النبات والحيوان ما تزال مثاراً للخلاف. فتصنيف النبات مثلاً يتباين بشدة بوجه خاص حتى أن بعض علماء التصنيف قد يعتبرون مثلاً بعض المجموعات (مجموعتين أو ثلاث) عوالم مستقلة تماماً، لا تنتمي إلى النبات مطلقاً والملحوظات الملحقة بمخططي التصنيف النباتي (ص 110-111) وكذلك مخطط التصنيف الحيواني (ص 112-113) تغطي بعض الاختلافات المشار إليها

عالم النبات

المخطط الأول

عُوَيْلم sub-kingdom: **المَشْريَّات thallophyta**. لا جذور أو جذوع أو أوراق، كما لا يوجد **جنين**(*)

قسم **division**: **النباتات المنشطرة Schizophyta**

بكتيريا bacteria. عضوية مؤلفة من خلية واحدة يمكن العثور عليها أينما كان بأعداد كبيرة. بعضها **مسبب للأمراض pathogenic**، وبعضها الآخر نافع مفيد يحلل العضويات المائتة مثلاً.

قسم: **الفطريات المخاطيَّة النباتية Myxomycophyta** أو **Myxomycota**. فطريات دقيقة، وهي عضويات بسيطة جداً ليس فيها **جدران خلوية**(*) ولا **يخضور**(*) (كلوروفيل). تعيش على النبات المتعفن والحيوان الميت. تتكاثر **بالأبواغ**(*).

قسم: **النباتات الفطرية الحقيقية Eumycophyta**.

فطريات fungi حقيقية، قد تكون وحيدة الخلية أو مكونة من خيوط متداخلة تسمى **الخيوط الفطرية hyphae**، تشكل **المشيجة الفطرية mycelium** التي تنبت على مواد ميتة يتغذى بها الفطر ولها **جدران خلوية**(*)، ولكنها لا تحتوي على **يخضور**(*). تستخدم في بعض العمليات الصناعية (مثل تخمير الجعة). وبعضها يشكل مضادات حيوية مهمة **كالبنيسيليوم penicillium** تتكاثر **بالأبواغ**(*) (كالفطر الأبيض)

كل الأقسام الباقية في هذا العويلم في أنواع من **الطحالب algae**. وهي نباتات بسيطة تعيش في المياه المالحة أو العذبة أو في المستنقعات وتحتوي جميعاً على **اليخضور**(*) (أنظر الملحوظة 2)، وللكبيرة منها (طحالب البحر). جسم نباتي أشبه بالشريط يسمى **المَشْرَة thallus**.

قسم: **الطحالب الزرقاء cyanophyta**. طحالب خضراء إلى زرقاء، بدائية وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا ذات **جدران خلوية**(*)، فيها **خضاب**(*) أخضر مُزَرَّق يسمى **فيسوسيانين phycocyanin**. ويوجد في الينابيع الساخنة والمياه القطبية على حد سواء

قسم: **الطحالب البؤبؤية Euglenophyta**. طحالب وحيدة الخلية، **بلا جدران خلوية**(*). لها **سياط**(*)، وتوجد في المياه العذبة.

قسم: **الطحالب الذهبية chrysophyta**. طحالب وحيدة الخلية لها **جدران خلوية**(*) شديدة التنوع توجد في الماء المالح والعذب والأماكن الرطبة.

قسم **الطحالب السمراء Pyrrophyta**. طحالب نارية وحيدة الخلية، **جدران خلوية**(*)، **ولها سياط**(*).

قسم: **الطحالب العَصَويَّة Bacillariophyta**. مشطورات diatoms. وحيدة الخلية ذات «دروع» سيليسية. وهي نباتات مائية (عذبة ومالحة) **مستعمرة**(*)، (أي تعيش مع بعضها في جماعات).

قسم **الطحالب الصفراء Xanthophyta**. طحالب خضراء مصفرة، معظمها وحيد الخلية وذو **جدران خلوية**(*) **وخضاب**(*) (**اليصفور xanthophyll**). توجد في المياه المالحة أو العذبة وفي الأماكن الرطبة

قسم: **الطحالب الحمراء Rhodophyta**. طحالب متعدِّدة الخلايا ذات **جدران خلوية**(*) **وخضاب**(*) (اليحمور واليزروق). تعيش بشكل رئيسي في المياه المالحة

قسم: **الطحالب البنية phaeophyta**. طحالب متعددة الخلايا وجميعها لها **جدران خلوية** تتضمن كل أنواع أعشاب البحر الشائعة، لونها بني يميل إلى الأخضر الزيتوني. وكل طحلب يتمتع برباط أسطواني الشكل يسمى **المثبِّت holdfast** يثبتها إلى سطح ما.

قسم: **الطحالب الخضراء Chlorophyta**. المجموعة الكبرى بين الطحالب، فيها أنواع وحيدة الخلية وأخرى متعددة الخلايا، وجميعها تمتاز **بجدران خلوية**(*). ويعيش معظمها في المياه العذبة مع أن بعضها ينبت في مياه مالحة أو في الأماكن الرطبة كجذوع الأشجار والتربة. توجد هذه الطحالب بأعداد كبيرة (أما وحيدات الخلية فغالباً ما تكون **مستعمِرة** ـ انظر **الطحالب العصوية**).

عُوَيْلم: **الجنينيّات Embryophyta**. جميعها لها **جدران خلوية**(*) **ويخضور**(*) وجذور وجذوع وأوراق، وأيضاً طبقة دفاعية مميزة حول النبتة النامية (أي **الجنين**)(*).

قسم: **الحزازيات Bryophyta**. يتميز بنوع من الجذور والجذوع والأوراق ولكن لا وجود **للنسيج الوعائي**(*). ولمعظمها بنية قصيرة أشبه بالجذع تسمى **الهلبة seta** تحمل الأوراق الصغيرة المنكبسة أو العريضة ولها جذور خيطية الشكل تسمى **أشباه الجذور Rhizoids** تتعلق بأي سطح عوضاً عن أن تخترق الأرض. وهي نباتات تعيش في اليابسة ولكنها تنتشر انتشاراً واسعاً في الأماكن المستنقعية والرطبة وثمة 3 صفوف

(*) الابواغ 92 (التبوّغ)، الجدار الحلوي 10، الجنين 93، الخضاب 27، السوط 40، النسيج الوعائي 14؛ اليخضور 27

الصفوف

المُرْقَنْطِيَّات Hepaticae. الكبديات liverworts

الحزازيات Musci. الحزاز mosses.

قرنيات التزهُّر Anthocerotae. الكبديات القرنية horn-worts.

القسم: النباتات الوعائية Tracheophyta لها جذور وجذوع وأوراق **وأنسجة وعائية**(*).

القُسَيْم: اللازهريات الوعائية (السرخسيات) Pteridophyta. لا أزهار أو بذور. فيه أربعة صفوف:

الصفوف.

الجَرْداوات Psilotales. نباتات بدائية قريبة من السرخس.

أرجل الذئب Lycopodiales. الحزاز المتسلق. نبات **دائم الاخضرار**(*) **evergreen** زاحف قريب من السرخس، وعمره يرجع إلى ما قبل التاريخ.

أذناب الخيل Equisetales. قريبة من السرخس ولكن باستطاعتها العيش في أماكن أقل رطوبة وظلاً

السرخسيات Filicales، ومنها السرخس. يعيش في الأماكن الرطبة الظليلة. لها **سعف fronds** ـ بنى **ريشية ثنائية**(*) (تتحد فيها الأوراق والسُّوَيْقات) تحمل **الأبواغ**(*)

القُسَيْم النباتات النطفية Spermatophyta. ذات بذور. فيه صفان:

الصف

عاريات البذور Gymnospermae نباتات بذورها غير مُضمَّنة في ثمار، وليس لها أزهار.

الصُفَيْفات.

السيكاسيات cycadales. السيكاس. نبات بدائي يشبه البلح.

المخروطيات Coniferales. كالشوح fir.

نباتات دائمة الاخضرار(*) لمعظمها أوراق **إبرية**، وكلها لها أجسام تكاثرية تسمى **المخاريط** تنمو على **الحراشف** الخارجية للمخروط الأنثوي (لا أزهار)، ويوجد **غبار الطلع**(*) على حراشف المخروط الذكري.

الجنكيات Ginkogoales. يوجد نوع واحد هو الجنكة (كزبرة البئر maiden hair).

الرَّجْرُجيات gnetales. تضم ثلاثة أجناس فقط كالعَوْسق welwitschia (من النباتات الصحراوية).

الصف

كاسيات البذور Angiospermae. نباتات بذورها مضمنة في ثمرة، كما إن لها أزهاراً

الصفيفات

ذوات الفلقتين Dicotyledonae. نباتات بذورها من **فلقتين**(*) كالورد مثلاً.

ذوات الفلقة الواحدة Monocotyledonae. نباتات بذورها من **فلقة**(*) واحدة كالزنبق.

المخطط الثاني (التفاصيل في المخطط الأول)

المشريات **Thallophytes** مصطلح غير رسمي

القسم النباتات المنشطرة Schizophyta

القسم: الفطريات المخاطية النباتية Myxomycophyta

القسم: النباتات الفطرية الحقيقية Eumycophyta.

القسم: الطحالب الزرقاء Cyanophyta.

القسم: الطحالب الذهبية Chrysophyta.

القسم: الطحالب البؤبؤية Euglenophyta.

القسم الطحالب السمراء Phrrophyta

القسم: الطحالب العَصَويَّة Bacillariophyta.

القسم الطحالب الصفراء Xanthophyta.

القسم: الطحالب الحمراء Rhodophyta.

القسم: الطحالب البُنِّية Phaeophyta

القسم: الطحالب الخضراء Chlorophyta.

الجنينيات Embryophytes مصطلح غير رسمي

القسم. الحزازيات Bryophyta.

الصفوف

المرقنطيات Hepaticae

الحزازيات Musci

قرنيّات التزهر Anthocerotae.

الوعائيات Tracheophytes. مصطلح غير رسمي.

اللازهريات الوعائية Pteridophytes. مصطلح غير رسمي.

القسم: النباتات الجرداوات Psilophyta. سابقاً صف **Psilotales**.

القسم: Lycophyta. سابقاً صف **Lycopediales**.

القسم: Sphenophyta سابقاً صف **Equisetales**

القسم Pterophyta. سابقاً صف **Filicales**.

النطفيات Spermotophytes. مصطلح غير رسمي.

عاريات البذور Gymnosperms. مصطلح غير رسمي.

القسم: Cycadophyta. سابقاً صفيف **Cycadales**.

القسم Coniferophyta. سابقاً صفيف **Coniferales**

القسم: Ginkgophyta. سابقاً صفيف **Ginkogoales**

القسم: Gnetuphyta. سابقاً صفيف **Gnetales**.

كاسيات البذور Angiosperms.

القسم. Anthopyta. سابقاً صف **Angiospermae**

الصف: ذوات الفلقتين. سابقاً صفيف **Dicotyledonae**

الصف. ذوات الفلقة الواحدة. سابقاً صفيف **Monocotyledonae**.

ملحوظات:

1. إن البكتيريا والطحالب الزرقاء ـ المخضرة (من قسمي **النباتات المنشطرة والطحالب الزرقاء**) لا تحتوي على **نوى**(*)، وهي بالتالي ليست نباتات أو حيوانات حقيقية. ولهذا السبب فإن بعض التصنيفات يضعها في عالم منفصل (قبل عالمي النبات والحيوان) ويسمى **عالم الفراديات Kingdom Monera** أو **طليعيات النوى Prokaryota**).

2. بعض الطحالب وحيدة الخلية (وخصوصاً طحالب أقسام الطحالب **البؤبؤية والذهبية والسمراء**) يتسم بخصائص النبات والحيوان معاً (أي يمكنها أن «تأكل» الطعام كما يمكنها أن تصنع غذاءها **بالتخليق الضوئي**(*). ولبعضها **سياط**(*) وبعضها الآخر تفتقر خلاياه إلى **جدران خلوية**)(*). ولهذا السبب تضع بعض التصنيفات هذه الطحالب في عالم منفصل أيضاً يسمى **عالم الأوَّليات Kingdom Protista** (يلي **عالم الفراديات Monera** ـ الملحوظة 1 ـ ويسبق عالمي النبات والحيوان). ويمكن توسيع هذا العالم ليشمل **الحيوانات الأوالي protozoa** (انظر ص 112).

3. الفطريات المخاطية والفطريات (من قسمي **الفطريات المخاطية النباتية Myxomycophyta والنباتات الفطرية الحقيقية Eumycophyta**) يُشك في انتمائها إلى النبات (إذ تفتقر إلى **اليخضور**)(*) ولكنها ليست قريبة إلى الحيوان. ولهذا فإن بعض التصنيفات تضعها في **عالم الفطريات Kingdom Fungi** (بعد عالمي **الفراديات والأواليات** ـ أنظر الملحوظتين 1 و 2 ـ وتسبق عالمي النبات والحيوان).

(*) البذيرات 30؛ التخليق الضوئي 26؛ ثنائيات الريش 22، الجدران الخلوي 10، دائمة الاخضرار 8؛ السياط 40، غبار الطلع 30

أنظر المدخل على الصفحة 110. هذا الجدول، شأنه شأن مخطط تصنيف النباتات، يدرج هذا المخطط الأعضاء بدءاً من الأبسط وانتهاءاً بالأعقد. أما الصفات والميزات التي تبدأ بالظهور عند الحيوانات كلما تعقّدت بنياتها فإنها تذكر في المخطط في أول مرة ترد فيها ومن هذه الصفات مثلاً وجود المعى الحقيقي، وجهاز الدوران، والجهاز العصبي، والجوف الجسمي الحقيقي، وبعض أنواع **التشدُّف**(*) **segmentations**، وكذلك بعض أنواع الهياكل ووجود الرئتين (أنظر أيضاً ص 36-37). وأما الصفات والميزات الأخرى المذكورة فتخص المجموعة التي يجرى تعريفها.

في تصنيف الحيوانات فإن ثمة عدداً من الحيوانات البدائية نسبياً (وخصوصاً بعض الأنواع الخاصة من الديدان) التي ينتمي بعضها إلي بعض ضمن مجموعات صغيرة، لا يضمها هذا المخطط، بل يمكن العثور عليها في مخططات تصنيفية أكثر تفصيلاً (بوصفها **شُعَبٌ** صغرى minor **phyla**).

عُوَيْلم: الأواليات Protozoa.
الشعبة: الأواليات. الشعبة الوحيدة التي تحمل اسم تحت العالم نفسه. حيوانات وحيدة الخلية، غالباً مائية، مع أن كثيراً منها **طفيلي**(*). مثل: الأميبا والبارامِيسيوم
الصفوف حاملات السِّياط **Mastigophora**، اللحميّات **Sarcodina**، حاملات الأهداب **Ciliophora**، الحيوانات البوغيّة **Sporozoa**، البوغيات الدقيقة **Microspora**.

عُوَيْلم: نظيرات الحيوان Parazoa
الشعبة الإسفنجيات أو المساميات ـ Porifera هي الشعبة الوحيدة الإسفنج. كتلة حية غير متحركة مسامية، تحتوي على ملايين العضويات وحيدات الخلية (أنظر مستعمِر **Colonial**، ص 114).
الصفوف الكلسيات **Calcarea**، الإسفنجيات الشائعة **Demospongiae** الإسفنجيات المتصلبة **Sclerospongiae**، سداسيات التشعُّع **Hexactinellida**

عُوَيْلم الحيوانات التوالي Metazoa هي بقية عالم الحيوان. أي الحيوانات **متعددة الخلايا multicellular**
الشعبة: معائيات الجوف Coelenterata. حيوانات مائية ذات **مجسّات**(*)، لها فتحة جسمية واحدة (لدخول المواد وخروجها). تتحرك بفعل عضلي. مثالها. الهيدرا وقنديل البحر

الصفوف الهيدريات Hydrozoa، القدحيات Scyphozoa، الزهريات Anthozoa.
الشعبة: حاملات الأمشاط Ctenophora. حيوانات بحرية شبه رخوية شديدة الشبه بمعائيات الجوف، إلا أنها تتحرك بواسطة **الأهداب**(*).
الصفان. المجسّيّات Tentaculata، والعاريات Nuda.
الشعبة الديدان المُسطحَّة Platyhelminthes. ديدان مسطحة ذات فم وجهاز إفراغ بدائي، مثالها الديدان الشريطية

الصفوف: المهتزّات Turbellaria، أشباه الشريطيات Cestoidea، وحيدات النسل Monogenoidea، ثنائيات الأنسال Digenoidea، ترسيات البطن Aspidocotylea.
الشعبة. جوفيات الخرطوم Rhynchocoela أو **النيمِرْتيات Nemertea** ديدان بحرية ذات معى حقيقي (ممتد من الفم إلى **الشرج**)(*) وجهاز دوراني بدائي وعضو للامتصاص (**خرطون، خطم**) ذي طرف معقوف كالكلّابة

الصفان اللامُسَلَّحاتٍ Anopla، المسلّحات Enopla
الشعبة. الديدان الزِّقِّيَّة Aschelminthes. حيوانات مائية شبيهة بالديدان، غالباً **طفيلية**(*). مثالها. الديدان الخيطية والديدان المستديرة والديدان الخطافية

الصفوف الخيطيات Nematoda، الدوّارات Rotifera بطنيّات الأهداب Gastrotricha، متحرِّكات الخرد Kinorhyncha، القضيبيّات Priapulida، خيطيّات الشكل Nematomorpha.
الشعبة. الحلقيّات Annelida أو **Annulata**. الديدان الأكثر تطوُّراً، ذات أجسام أنبوبية مُشدَّفة تحتوي ع تجويف جسمي وجهازين عصبي ودوراني. ولهذه الديدان **هلب**(*) **chaetae** لإمساك الرمل أو التربة
الصفوف: البحريات Aclitellata والسّرْجيّات clitellata
الشعبة: الرخويّات Mollusca، حيوانات لها جسم طري وقوقعة كلسية ورأس «وقدم» للزحف أو الحفر. معظمها مائي
الصفوف: ثلاثة ثانوية **زورقيات الأرجل Scaphopoda، أحاديات الصفيحة Monoplacophora، مزدوجات العصب Amphineura** وثلاثة رئيسية **بطنيات الأرجل Gastropoda**. **أحاديات المصراع valves** أي لها قوقعة مكوّنة من قطعة واحدة فقط، كالبزّاق **صفيحيات الخياشيم Lamellibranchiata** أو **ذو المصراعين Bivalvia** أو **Pelecypoda** قوقعتها من قطعتين متمفصلتين. (**رأسيّات الأرجل Cephalopoda** أو **Siphonopoda**. رخويّات ذا **مجسّات**(*) وعيون متطورة جداً (الأخطبوط).
الشعبة مفصليات الأرجل Arthropoda. حيوانات متعددة الأطراف ذات هيكل خارجي صلب.
شُعَيْبة ملقطيات القرون Chelicerata من مميزا المشتركة أقسام فموية تشبه الكُلّابات.
الصفوف: صفان ثانويان هما. **فخذيات الفم Merostomta** (السرطان الملك) **عناكب البحر Pycnogonida**. وثمة صف واحد أكثر أهمية هو **العنكبوتيات Arachnida**: حيوانات ذات 8 أرج كالعناكب والقمل والعقارب
شُعَيْبة القشريات Crustacea. تضم صفاً واحداً نفسه.
الصف: القشريات Crustacea. غالباً حيوانات ما **خياشيم**(*) في أرجلها، وزوجا **قرون استشعار**
شُعَيْبة شبيهات الديدان Uniramia لها زوج قر استشعار واحد، تعيش غالباً على اليابسة.
الصفوف: ثلاثة ثانوية هي. **حاملات المخالب Onychophoza، المترافقات Symphyla، قل الأرجل Paruropoda**. وثمة ثلاثة صفوف أك هي:
شفهيّات الأرجل Chilopoda. مئويّات الأرجل شدفة من جسمها زوج أرجل. **أكلة لحوم**(*).
ثنائيات الأرجل Diplopoda كثيرات الأرجل. شدفة من جسمها زوجا أرجل. **أكلة أعشاب**(*)
الحشرات Insecta أو **سداسيات الأرجل poda** حيوانات لها ست أرجل وعادة ذات جناحين مثل والعث.

(*) **أكلات اللحوم 6: أكلات الاعشاب 6· التشدُّف 36· الخياشيم 45: الشرج 67 · الطفيليات 114· قرون استشعار 40: الهلب 0**

الشعبة شوكيات الجلد Echinodermata حيوانات بحرية جميعها ذات هيكل كلسي يقع مباشرة تحت الجلد. وهي عادة ذات تشكيلات شعاعية خماسية وجلد شوكي.
الصفوف: **النجميّات Asteroidea، نجوم البحر الثعبانية Ophiuroidea، القنفذيات البحرية Echinoidea، قثائيات البحر Holothuroidea، أشباه الزنابق Crinoidea.**
الشعبة الحبليات Chordata. لها جميعاً في وقت ما من حياتها **حبلاً ظهرياً notochord** ـ أي «قضيب» صلب من خلايا يمتد بين النخاع الشوكي والمعى
الشعيبات اثنتان ثانويتان **حبليات الذنب Urochordata، الحبليات الرأسية Cephalochordata**، وثالثة أكثر أهمية.
الجمجميّات Craniata أو **Vertebrata**. يحل محل **الحبل الظهري** (أنظر **الحبليات**) الصُّلب (أنظر الملحوظة رقم 7). لها دماغ متطور.
صفوف: صفان ثانويان من أسماك لافكية. **البوريّات Myxini، مصفّحات الرأس Cephalaspidomorphi.** وثمة 6 صفوف أكثر أهمية
صفيحيات الخياشيم Elasmobranchimorphi. أسماك ذات هيكل **غضروفي**(*)، ولها زعانف وتتنفس **خيشومياً**(*) ، كأسماك القرش
العظميات Osteichthyes. أسماك ذات هيكل عظمي، ولها زعانف وحراشف وتتنفس **خيشومياً**(*)، مثل الحفش والرُّفكة
البرمائيات Amphibia أو **Batrachia**. حيوانات تستطيع العيش على اليابسة ولكن بقرب الماء. لمعظمها رئات وتضع بيوضها في الماء كالضفادع والعلاجيم.
الزواحف Reptilia. حيوانات أجسامها جافة وحرشفية، تعيش على اليابسة وتضع بيوضاً قشرية كالثعابين والعظايات والتماسيح والسلاحف.
الطيور Aves. جميعها ذات ريش وتضع بيوضاً قشرية.
الثدييات Mammalia. جميع الإناث تنتج الحليب جميعها تقريباً لها شعر أو فراء، وتنقسم إلى صُفَيْفَيْنْ:
الصفيفان البهيميّات الأولية Prototheria. تضع بيوضاً قشرية. تضم رتبة واحدة ـ **أحاديات المسلك Monotremata** كآكِلِ النمل الشوكي
البهيميّات Theria لا تضع بيوضاً. يضم **صفيفين Infraclasses** خاصين يسبقان الرُّتب.
الصفيفين. البهيميّات التوالي Metatheria، أو الجرابيات **Marsupalia** أو **ثنائيات الرحم Didelphio** . تنمو الذرية في **الرحم**(*) لوقت قصير فحسب، ثم تكمل نموها وتطورها في **جراب جلدي marsupium** يقع بالقرب من الثدي (غدة الحليب) مثال الكنغارو
البهائم الحقيقية Eutheria أو **الشُّخْديّات Placentalia** (**الثدييات المشيمية**). تنمو الذرية في **الرحم**(*) إلى حين ولادتها، متصلة **بمشيمة**(*) متطورة، كالأبقار والحيتان والفئران والإنسان.

...حوظات.

في بعض مخططات التصنيف يضم صف **اللحميات** ...ع لشعبة **الأواليات** صفيفان هما. **جذريات الأرجل Rhizop...** و**شعاعيات الأرجل Actinopoda** وفي غيرها ...هذان الصفيفان فتنسب أعضاؤهما إلى صف ...ميات، وفي هذه الحالة يكون للصف الاسم البديل ...ات **الأرجل**
...بعض المخططات تضع عُوَيْلماً آخر يسمى **الحيوانات** ...ية **Mezozoa** بين العُوَيْلمين **نظيرات الحيوان** ...يوانات التوالي يضم هذا العُوَيْلم شعبة واحدة فقط الاسم نفسه (البينيّات) وتحتوي على **الطفيليات**(*) ...ورة. بيد أن تصنيفه عويلماً أو حتى شعبة يلقى شكوكاً

...عض المخططات تضع صفَّي **وحيدات النسل وثنائيات** ...ل، التابعين لشعبة **الديدان المسطحة**، في صف واحد، **المثقبّات Trematoda**.
...تبر بعض المخططات صف **حاملات المخالب**، المنضوي ...شعبة **مفصليات الأرجل**، شعبة مستقلة استناداً إلى ...ساءه تظهر خصائص مشتركة لدى شعبتي **مفصليّات** و**الحلقيّات Annelida**.
...عض المخططات لا تضم شعبة **مفصليات الأرجل** أي ...ل تضم عشرة صفوف فحسب. وفي مخططات أخرى ...هذه الشعبة ايضاً أي شعيبة بل سبعة صفوف ...ك أن صفوف **قليلات الأرجل والمترافقات وشفهيّات وثنائيات الأرجل** تجمع كلها في صف واحد، **كثيرات Myriapoda**. وفي معظم الحالات يعتبر مصطلح ...**الأرجل** غير رسمي.
...مى أحياناً شعبتا **حبليات الذنب والحبليات** ...ية التابعتين لشعبة **الحبليات**، **الحبليات الأولية protochordata**، علماً أن هذا الاسم غير رسمي وفي بعض الأحيان يشمل الاسم أيضاً الشعبة الصغيرة **أنصاف الحبليات Hemichordata** لأن أعضاءها تظهر سمات مميِّزة للحبليات

7. إن مصطلح **جمجمي craniate** تعني «ذو أو ذات الجمجمة»، وهو ينطبق على كل أعضاء شعيبة **الجمجميات**. أما الاسم البديل لهذه الشعيبة وهو **الفقاريات** فيعني الحيوانات «ذات العمود الفقري». وهذا ليس صحيحاً بالكامل، ذلك أن صف **البوريات** ـ وهو الصف الأشد بدائية ـ لا يتمتع بأي عمود فقري.
8. إن **اللافقاريات** هي جميع الحيوانات التي ليس لها عمود فقري، أي كل يسبق شعيبة **الجمجميات** في هذا المخطط (ولكن أنظر الملحوظة 7).
9. إن صفي **البوريّات ومصفّحات الرأس**، وهما الصفان اللافكيّان الوحيدان في شعيبة **الجمجميات**، يعرفان أحياناً باسم مشترك هو **اللافكيّات Agnatha**، فيما تعرف الصفوف الباقية ذات الفك باسم **الفكيّات Gnathostomata**. إلا أن هذين المصطلحين غير رسميين.
10. إن صفوف **البوريات ومصفحات الرأس وصفيحيات الخياشيم والعظميات (الأسماك العظمية)** التابعة كلها لشعيبة **الجمجميات** تعرف أحياناً باسم مشترك، **الأسماك Pisces**، وهو غير رسمي
11 تقسَّمُ شعيبة **الجمجميات** أحياناً إلى مجموعتين غير رسميتين هما **الأمنيوسات Anamniota** (تضم **الزواحف والطيور والثدييات**)، و**اللاأمنيوسات** (تضم كل الصفوف الأخرى). أما الأمنيوسات فهي تلك الحيوانات التي تتمتع **أجنّتها**(*) **بالامنيوس amnion والسّلِي chorion والوشيقة allantoise**

الجنين 93· الخياشيم 45· الرحم 89· الطفيليات 114· الغضروف 53 المشيمة (السخد) 91

مصطلحات غير رسمية

ندرج فيما يلي المصطلحات الرئيسية التي تستخدم لجمع الكائنات الحية بعضها مع بعض وفقاً لأنماط حياتها العامة وأساليبها (أي تشابهاتها البيئية، أنظر أيضاً ص 9). وهي مصطلحات عامة غير رسمية إذا ما قورنت بالمصطلحات الرسمية المستخدمة في مخططات التصنيف (ص 110-113) التي ترتكز إلى التشابهات البنيوية بين الكائنات.

النبـــاتات

- **النباتات الجفافية (الصحراوية xerophytes)**. تلك التي بإمكانها العيش فترة طويلة دون ماء، مثل **الصباريات**.
- **النباتات المائية hydrophytes**. تلك التي تنمو إما في الماء أو في أماكن رطبة جداً، مثل **القصب**.
- **نباتات الرطوبة المعتدلة mesophytes**. تلك التي لا تتطلب إلا رطوبة معتدلة.
- **النباتات الملحية halophytes**. تلك التي تتحمل درجة مرتفعة من الملوحة.
- **النباتات الصخرية lithophtes**. تلك التي تنمو في الصخور كبعض الحزازيات
- **النباتات الهوائية epiphytes**. تلك التي تنمو على نباتات أخرى ولكن لتستخدمها كدعامات فقط فلا تغتذي عليها، مثل بعض أنواع الحزاز
- **النباتات الرِّمِّيَّة saprophytes**. تلك التي تعيش على النباتات المهترئة أو الحيوانات فتغتذي عليها، ولكنها لا تشكل سبب فسادها، مثل بعض أنواع الفطر

الحيـــوانـــات

- **الحيوانات المفترسة predators**. تلك التي تقتل الحيوانات الأخرى وتأكلها كالأسود مثلاً. أما الطيور المفترسة فتسمى **الجوارح raptors**.
- **أكلات الحتات detritus feeders**. حيوانات تقتات على الحتات أي مواد حيوانية ونباتية مهترئة ومتحللة، مثل الديدان.
- **القمّامة scavengers**. حيوانات كبيرة من **أكلات الحتات** تقتات على لحوم ميتة (مواد حيوانية)
- **الحيوانات الإقليمية territorial**. حيوانات تعيش في منطقة أو إقليم وتدافع عنه إما فرادى أو مجموعات (العديد من أنواع السمك والطيور والثدييات). ويرتبط هذا النمط من العيش عادة بالتزاوج والتكاثر
- **الغوريات abyssal** تعيش في أعماق سحيقة في البحيرات والبحار والمحيطات مثل السمك المجذافي.
- **القعريات demersal**. تعيش في قعر البحيرات أو البحار أو المحيطات، مثل القريديس (الأربيان).
- **المقيمة sedentary**. في حالة الطيور يستخدم هذا المصطلح لوصف الطيور التي لا **تهاجر**(*)، مماثل لمصطلح **المستقرة sessile** أو اللاطئة، عند حيوانات أخرى.
- **الليليات nacturnal**. حيوانات تنشط ليلاً وتخلد إلى النوم نهاراً، كالخفافيش والبوم.

نباتات وحيوانات

- **الحاشرات insectivores**. عضويات متخصصة بأكل الحشرات فقط، كالنباتات الإبريقية pitcher plants التي تصيد الحشرات وتهضمها، والقنافذ.
- **الطفيليات parasites**. نباتات أو حيوانات تعيش على نباتات أو حيوانات أخرى (**المضيفة**) وتتغذى عليها، ليست كلها ضارة بالمضيف

- **المُتَعَايِشَان أو المُتَكَافِلان symbionts أو symbiotes**. زوج كائنات حية يتعايشان عن قرب شديد ويتشاركان في منفعة واحدة متبادلة (**العيش التكافلي symbiosis**). **فالأشنات lichens** مثلاً تنبت على صخور عارية، وكل أشنة هي في الحقيقة نبتتان (فطر وطحلب). فالطحلب ينتج غذاءه (بواسطة **التخليق الضوئي**(*)) فيتغذى عليه أيضاً الفطر (الذي لن يستطيع بأي حال العيش في صخرة عارية). أما دور الفطر المكمل فيكمن في أن خيوطه الدقيقة تحفظ الرطوبة وتؤمنها للطحلب الذي هو بحاجة إليها.
- **المؤاكِلان commensals**. زوج كائنات حية متقاربان يجنيان منفعة مشتركة من وجودهما المتقارب (**المؤاكلة commensalism**). وهما يتقاسمان الغذاء (يؤاكلان) إلا أنها غير متعايشين بالكامل ولعل وجود وكر الفئران حيث يسكن الإنسان أوضح مثل على المؤاكلة.
- **الاجتماعي أو المستعمر social or colonial**. العيش في مجموعات، وكلا المصطلحين مترادف في حالة النباتات ويستدل بهما على نموها في عناقيد. أما في حالة الحيوانات فيوجد اختلاف بين المصطلحين تبعاً للعدد. فالأسود مثلاً اجتماعية في عيشها، بيد أن أعداد مجموعاتها ليست كافية لتسمى مستعمرات وثمة فرق كبير بين مستعمرة وأخرى من حيث العلاقة بين أعضائها. ففي مستعمرة الأطيش (طائر آكل للسمك) يكون تواقف الأعضاء بعضها على بعض متدن وهي تعيش معاً توخياً للأمن. وفي مستعمرة النمل مثلاً هناك عمل مخصص لكل مجموعة من المجموعات في داخلها (كمهمة حراسة المستعمرة أو مهمة جمع الغذاء وتخزينه) أما أعلى مستوى من التواقف فتظهره العضويات أحادية الخلية التي لا تنفصل عن بعضها وتشكل كتلة حية واحدة، مثل الإسفنج.
- **اللاطئة sessile**. في حالة الحيوان، اللاطئة، تلك التي ليست حرة الحركة في مكانها، أي أنها تبقى لاصقة بالأرض أو بأشياء صلبة كشقائق البحر sea anemons مثلاً، أما في حالة النبات فهي كلمة لوصف النباتات التي لا تتمتع بسويقات كالطحالب.
- **البحري - المحيطي pelagic**. يعيش في وسط البحيرات أو البحار أو المحيطات، بالمقارنة مع تلك التي تعيش في الأعماق البعيدة. والكائنات البحرية أو المحيطية تتراوح بين الأحياء الصغيرة وبين الحيتان الكبيرة مروراً بالأسماك وأسماك القرش.
- **العوالق plankton** حيوانات ونباتات مائية طافية خاملة أو قليلة الحركة وتعتبر غذاء للعديد من الأسماك والحيتان، كما تعتبر حيوية في التوازن البيئي (**السلسلة الغذائية**(*)) للبحار. وهناك **عوالق نباتية Phytoplankton وعوالق حيوانية Zooplankton**
- **الشاطئية littoral** تعيش في قعر البحر أو البحيرة ولكن بالقرب من الشاطىء كالسرطان وأعشاب البحر.
- **القاعيّات benthos**. كل الغوريات والقعريات والشاطئيات من حيوانات ونباتات، أي التي تعيش جميعاً إما في قعر البحيرات والبحار أو بالقرب منه.

(*) التخليق الضوئي 26، السلسلة الغذائية 6، الهجرة 9

مسرد المصطلحات

Abdomen 36, 66	بطن
Abdomasum 43	منفخة
Abscission layer 21	طبقة الفصال
Abyssal 114	غوري
Accommodation 84	تكيف
Acellular 10	لا خلوي
Achene 34	بهمة
Aclitellata 112	البحريات
Actinomorphy 36	تناظر شعاعي
Actinopoda 113	شعاعيات الأرجل
Adaptat on	تكيف
Adaptive radiation 9	إشعاع تكيفي
Adenosine 105	أدينوزين
ADH 106	هرمون
Adipose tissue 82	نسيج دهني
Adrenal glands 69, 107	غدد كظرية
Adrenalin 106	أدرينالين
Aestivation 9	تصيُّف
Afferent 78	وارد
Agglutinins 59	أغلوتينين
Agnatha 113	عديمات الفك
Agonist 54	عضلة محركة أولى
Albumen 48	المادة البيضاء
Aldosterone 106	الدوستيرون
Algae 110	طحالب
Allantois 48	وشيقة
Alleles	صبويات
Alternation of generations 93	تناوب النشوء أو الأجيال
Alveoli 71	سنوخ
Amino acids 100, 108, 109	حموض أمينية
Amnion 48, 91	أمنيوس
Amoeba 40	الأميبا
Amphineura 112	مزدوجات العصب
Ampulla 87	حبابة
Amylases 108	إميلاز (ات)
Anabolism 102	تمثيل
Anadromous 8	صفاد
Anal canal 66, 67	قناة شرجية
Anaminiota 113	اللاأمنيوسات
Androecium 29	مذكر
Androgens 88, 106, 107	أندروجين
Angiospermae/ Angiosperms 111	كاسيات البذور
Animal Kingdom 112-113	المملكة الحيوانية
Animal starch , see Glycogen	النشا الحيواني
Annelida/Annelids 112	الحلقيات
Annuals rings 18, 19	حلقات سنوية
Annuals 8	حوليات
Antagonistic pairs 54	أزواج متضادة
Antennae 46	زبانيات، قرون الاستشعار
Anther 28, 29	مئبر
Antheridium 93	مَنْطَف
Anthocerotae 111	قرنيات التزهُّر (الجدول 1)
Anthophyta 111	الزهريات (الجدول 2)
Anthozoa 112	الزهريات
Antibodies 59	أجسام مضادة
Antigen 59	مولدات الضد
Anti-toxins 59	مضاد للسم
Anus 66, 67	شرج
Aorta 61,62, 63	الأبهر
Apatite 56	أپاتيت (مينا)
Apex 20	رأس
Appendage 36	زائدة
Appendix 66, 67	زائدة دودية
Aqueous humour 84	رطوبة مائية
Arachnida/Arachnids 112	العنكبوتيات
Arachnoid 75	سحاءة
Archegonium 93	رحم
Arteriole(s) 60	شرين (شرينات)، (شرايين)
Artery(ies) 60, 63	شريان (شرايين)
Arthropoda/Arthropods	مفصليات الأرجل
Aschelminthes 112	الديدان الزقية
Asexual reproduction 92	تناسل لا جنسي
Aspidogastrea/Aspidobothrea 112	ترسيات البطن
Aspidocotylea	ترسيات البطن
Asteroidea 113	النجميات
Astral rays/Asters 13	إشعاعات نجمية
Atlas 50 51	فهقة
Atria 62	أذينان
Atrioventricular valves 63	صمامان أذَيْنيان - بطينيان
Auditory association area 75	منطقة الترابط السمعية
Auricle(s)	صوان/ صوانات
Autografting 35	تطعيم ذاتي
Autosomes	صبغيات ذاتية
Autotrophic 6	ذاتية التغذية
Auxins 23	أوكسينات
Aves 113	الطيور
Axil 16	إبطي
Axon 76	محور
Bacillariophyta 110	الطحالب العَصَوِيَّة
Backbone, see Vertebral column	عمود فقري
Bacteria	بكتيريا
Baleen, see Whalebone	بلين، أنظر عظمة الحوت
Ball-and-socket joints 52	مفاصل طليقة الحركة
Barbels 46	عذبات
Barbs 39	برائل
Barbules 39	بريئلات
Bark 19	قلف
Batrachia/Batrachians	برمائيات
Benthos 114	القاعيات
berry 34	عنبية
Biceps 54	عضلة ذات راسين
Biennials 8	ثنائيات الحول
Bilateral symmetry 36	تناظر ثنائي الجانب
Bile 68	سائل أصفر
Binary fission 12	إنشطار ثنائي
Biomes 4	حيومات
Biosphere 4	مجال حيوي
Biotic factors 4(1)	عوامل حيوية
Biotin	بيوتين
Bipinnate 22	ثنائية الريش
Bivalents 94	صبغيدات رباعية
Bladder 72, 73, 88	مثانة

المعاجم العلمية المصورة

هذه المعاجم ليست مجرد كتب
في معاني المفردات العلمية فحسب، وإنما هي مراجع،
كثيفة الصور والرسوم، للمصطلحات والمفاهيم الرئيسية في المواضيع
التي تعالجها. وقد رُتّب كل كتاب فيها حسب الموضوعات بحيث جرى
تفسير المصطلحات ضمن السياق الذي وردت فيه. كما جاءت التعريفات مدعومة
بالرسوم والصور للمساعدة على الفهم والاستيعاب.
وقد زُوِّد المعجم بفهرس (كشّاف) شامل يسهِّل إيجاد
الكلمات الإنكليزية ومقابلاتها العربية.
أَعَدّ هذه المعاجم نخبة من الإخصائيين، وبُذلت فيها عناية شديدة
لترتيب الكلمات بطريقة منطقية للقارىء والموضوع معاً. وكُتبت
التعريفات بلغة سهلة مبسَّطة وواضحة، وفُسِّرت المصطلحات
التقنية حيثما جرى استخدامها.

في هذه السلسلة:

- معجم البيولوجيا المصور
- معجم الفيزياء المصور
- معجم الكيمياء المصور



أكاديميا
بيروت - لبنان